ÉCLAIRCISSEMENS

SUR

L'INVENTION, LA THÉORIE, LA CONSTRUCTION, ET LES ÉPREUVES DES NOUVELLES MACHINES PROPOSÉES EN FRANCE, POUR LA DÉTERMINATION DES LONGITUDES EN MER PAR LA MESURE DU TEMPS.

Servant de Suite à l'*Essai sur l'Horlogerie* & au *Traité des Horloges Marines*,

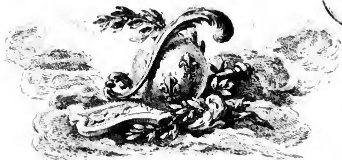
~~ET~~ DE RÉPONSE à un Ecrit qui a pour titre:

PRÉCIS des Recherches faites en France pour la détermination des Longitudes en Mer par la Mesure artificielle du Temps,
Et de Réponse à la Suite de ce même Précis

Par M. FERDINAND BERTHOUD, Horloger Méchanicien du Roi & de la Marine, ayant l'inspection de la construction des Horloges Marines, & Membre de la Société Royale de Londres.

Semper ego auditor tantùm? Nunquamne reponam, Vexatus toties! Juven.





A PARIS,
Chez J. B. G. MUSIER fils, Libraire, Quai des Augustins, à S. Etienne.

M. DCC. LXXIII.

AVANT-PROPOS.

L'OUVRAGE que les circonſtances me forcent de publier, eſt deſtiné à éclaircir tout ce qui concerne les recherches faites en France, depuis pluſieurs années, pour parvenir à déterminer les Longitudes en Mer par le ſecours des Machines propres à meſurer le Temps ; à examiner à qui appartiennent la Théorie, l'Invention, & la Conſtruction de ces Machines ; à diſcuter enfin les différentes Epreuves qui en ont été faites en Mer. J'aurois continué tranquillement mes recherches ſur cet objet, & je me ſerois diſpenſé de me livrer à un examen pénible, ſi je n'euſſe écouté que le ſentiment que m'ont inſpiré dans tous les temps, les diverſes attaques de mes Adverſaires : il m'eût ſuffi ſans doute de renvoyer à mon *Eſſai ſur l'Horlogerie* & à mon *Traité des Horloges Marines*, les Lecteurs que cette Découverte peut intéreſſer : toute la ſuite de mon travail eſt expoſée dans ces deux Ouvrages ; l'ancienneté de mes recherches y eſt prouvée par des Actes authentiques ; enfin, toutes les Epreuves qui ont été faites des différentes Horloges Marines ſeront bien-tôt miſes ſous les yeux du Public : j'aurois donc attendu du temps & de l'impartialité des perſonnes dont le ſuffrage peut flatter, qu'un jour mes droits inconteſtables ſeroient rappellés, & que les prétentions mal fondées qu'on

veut mettre en oppofition à ces droits, crouleroient d'elles-mêmes, fans que je m'occupaffe de les renverfer. Mais l'importance de la Découverte dont il s'agit, la confiance qu'il eft effentiel d'infpirer aux Navigateurs pour cette Découverte, l'approbation dont le Gouvernement de France & celui d'Efpagne ont honoré mon travail, en me chargeant de l'exécution des Horloges deftinées au fervice de leurs Vaiffeaux; tout m'impofe l'obligation de juftifier la préférence qui m'a été accordée, & de mettre enfin le Public à portée de juger de l'ancienneté, de l'étendue, & du fuccès de mes recherches fur les moyens de réfoudre le Problême des Longitudes par le fecours de l'Horlogerie.



TABLE

TABLE DES MATIERES CONTENUES DANS CET OUVRAGE.

Sec. II.

Art. III.



ÉCLAIRCISSEMENS
SUR L'INVENTION ET LA CONSTRUCTION DES HORLOGES MARINES,
ET
RÉPONSE à un Ecrit qui a pour titre :
Précis des Recherches faites en France pour la Détermination des Longitudes en Mer, par la mesure artificielle du Temps.

ANNONCER un *Précis des différentes Recherches qui ont été faites depuis plus de quarante ans, pour parvenir à résoudre le fameux Problême des Longitudes par le secours de l'Horlogerie ;* c'est promettre un Ouvrage utile pour une partie de la Nation, & intéressant pour tout le reste : éxécuter avec impartialité une pareille entreprise; c'eut été remplir une tâche honorable, & acquérir des droits à la reconnoissance de ses Concitoyens : mais ôser mettre à la tête d'un Ecrit un Titre qui n'est pas le sien ; attirer les Lecteurs par l'appât de l'utilité, pour ne leur parler ensuite que de soi-même, pour tâcher de consolider des prétentions que leur ancienneté ne peut rendre légitimes; c'est abuser d'un titre emprunté ; c'est en imposer au Public. Tels sont en général les reproches qu'on est en droit de faire à l'Auteur de l'Ecrit que les circonstances me forcent à réfuter.

M.L.R. a craint sans doute, & peut-être avec raison, que la curiosité des Lecteurs ne fût pas assez fortement excitée, s'il ne s'agissoit, dans son Ecrit, que des intérêts particuliers de l'Auteur: il a espéré qu'à l'abri d'un titre intéressant, il pourroit faire passer des prétentions mal fondées; mais l'artifice est grossier : le masque tombe à la premiere page, & l'Auteur paroît: on y voit clairement que M. L. R. n'a écrit que pour critiquer, que pour décrier mon *Traité des Horloges Marines* (*a*), mes Horloges & moi; que pour tenter, par toutes sortes de voies, de s'approprier des recherches & des découvertes qui ne lui ont jamais appartenu, & dont le silence que je me suis imposé si long-temps ne sauroit jamais me faire perdre la propriété.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que cette trame est ourdie : on en découvre les premiers fils dans l'*Exposé succinct* (*b*) que M. L. R. fit imprimer en 1768 : il veut y rapporter la date de l'ancienneté de ses recherches sur les Montres Marines, à la date d'un *Echappement* qu'il déposa à l'Académie des Sciences dans l'année 1748 (*c*). Comme si un Echappement constituoit une *Montre Marine !* Comme si l'on ne pouvoit y en appliquer que d'une seule espece ! Comme si cet Echappement étoit à M. L. R. ! Comme s'il eût dès-lors annoncé qu'il projettoit une Montre Marine dont cet Echappement dût faire partie ! Comme s'il en eût fait usage dans un premier projet de Montre Marine, qu'il déposa à l'Académie des Sciences à la fin de l'année 1754 ! Comme s'il l'eût employé dans ses nouvelles Montres Marines tel qu'il l'avoit proposé ! Comme s'il n'eût été forcé de convenir lui-même aujourd'hui, dans son *Précis* (*d*), que l'Echappement de 1748 *differe essentiellement* de celui de sa Montre Marine ! Une prétention si mal fondée croule d'elle-même. Que fait cet Echappement à l'ancienneté des recherches de M. L. R.

(*a*) *Traité des Horloges Marines*, contenant la théorie, la construction, la main-dœuvre de ces Machines, & la maniere de les éprouver, &c. dedié à Sa Majesté, & publié par ses ordres. A Paris, chez Musier fils, Libraire, Quai des Augustins, 1773. Vol. *in-quarto* de 600 pages, avec 27 Planches en taille-douce.

(*b*) *Exposé succinct des travaux de MM. Harrison & L. R. dans les recherches des Longitudes en mer*, &c. par M. L. R. Horloger du Roi. A Paris, chez Nyon, Jombert & Prault. 1768.

(*c*) Ibid. *page* 37.

(*d*) Page 26 du *Précis sur les Recherches faites en France, &c.*

en fait de Montres Marines ? J'aimerois autant dire que l'Inventeur des roues dentées a l'ancienneté sur nous tous dans cette recherche, & le premier droit à la découverte : son titre, sans doute, seroit mieux fondé ; car on ne sauroit se passer de roues dentées dans une Horloge Marine, & l'on peut y appliquer, avec un succès égal, des Echappements d'especes absolument différentes.

M. L. R. prévoyoit bien que ses prétentions seroient combattues, & qu'on ne se tairoit pas toujours. Copiste sur plusieurs points, il crut devoir prévenir l'accusation : dès 1768, il prenoit le Public à témoin, dans son *Exposé succinct*, qu'un jour on voudroit copier ses Montres ; mais que si tout le monde n'étoit pas convaincu qu'il étoit le premier Inventeur, ce ne seroit pas faute de l'avoir dit souvent. » Après de longs délais » (disoit-il) (*a*), si quelques *artificieux Copistes*, peuvent me » disputer un jour le fruit d'un travail qui, par les circonstances » où je me suis trouvé, est ou trop peu ignoré, ou trop peu » connu, au moins je n'aurai pas à me repentir d'avoir contribué » à cette injustice par mon silence ». On peut assurer qu'à cet égard M. L. R. n'a point de reproche à se faire. S'il s'en fut tenu toujours à des imputations vagues, je n'aurois pas rompu le silence : ces traits répandus dans son *Exposé succinct*, & plusieurs autres lancés en l'air, ont dû échapper aux yeux du Public ; mais aujourd'hui M. L. R. veut me combattre à force ouverte, & prétend l'emporter de haute-lutte ; il m'accuse d'être *son Copiste* ; il prétend avoir tout inventé, tout fait le premier ; il nous assure modestement que *toutes les Horloges Marines dont on fera usage dans l'avenir, seront faites, à très peu près, sur le modele de sa Montre* (*b*). Je n'ai point la présomption de croire qu'on ne parviendra pas quelque jour à faire des Horloges Marines meilleures que les miennes ; je ne me hasarde pas non plus à assurer qu'*à l'avenir elles serviront de modele* : c'est au Public, c'est à la Postérité à prononcer sur leur mérite ; mais je dois dire, & je prouverai que mes

(*a*) *Exposé succinct*, &c. page xvi.
(*b*) Page 37 du *Précis*.

Horloges Marines font mon ouvrage ; je ferai connoître qui de nous deux, de M. L. R. ou de moi, a pu être le *Copiste*, qui des deux l'a été, qui des deux a employé l'artifice.

M. L. R. avance dans son *Précis* trois propositions, qu'il nous présente comme trois vérités, & qui sont les trois divisions de son Mémoire (*a*).

1°. *L'Auteur* du Traité des Horloges Marines *n'est pas*, dit-il, *le premier en France qui, de nos jours, ait cherché à déterminer les Longitudes par les Horloges : M. L. R.* ajoute-t-il, *y est parvenu long-temps avant lui.*

2°. *Les découvertes sur lesquelles sont établies les Montres Marines Françoises, sont le fruit des veilles de M. L. R.*

3°. *La construction de la Montre Marine que M. L. R. a présentée au Roi & à l'Académie en 1766, est la meilleure qui ait paru.*

Les assertions de M. L. R. ne sont pas difficiles à détruire : je n'emploierai, pour les combattre & les renverser, que des faits notoires, que des pièces qui sont sous les yeux du Public, & dont l'authenticité ne peut être attaquée.

I. Article. Je prouverai que je suis le premier, de nos jours (*b*), qui me sois occupé, en France, de la recherche des Longitudes par les Horloges ; que le premier projet d'une Machine propre à mesurer & à garder le temps en mer, qui ait été présenté, est un des miens ; que le premier Ouvrage dans lequel il soit traité de la théorie & de la construction des Horloges Marines, est mon *Essai sur l'Horlogerie* (*c*) ; que la premiere Horloge Marine qui ait été exécutée, est une des miennes ; que la premiere qui ait été éprouvée est encore une des miennes.

II. Article. J'examinerai les prétentions de M. L. R. concernant les découvertes relatives aux différentes parties qui

(*a*) Page 5 du *Précis*.

(*b*) On ne peut pas compter au nombre des Recherches relatives aux Horloges Marines, quelques tentatives, ou qui ont été sans aucune suite, ou qui sont absolument ignorées.

(*c*) *Essai sur l'Horlogerie*, dans lequel on traite de cet Art, relativement à l'usage civil, à l'Astronomie & *à la Navigation*, (présenté à la censure en 1761, & publié dans le mois de Janvier 1763). A Paris, chez Jombert, Musier & Panckouke. 2 vol. *in-quarto*, avec Planches en taille-douce.

conſtituent une Horloge Marine; je ferai voir que les principes ſur leſquels mes Horloges ſont établies, étoient publics depuis le commencement de Janvier 1763; que je ne me ſuis jamais éloigné de mes premiers principes, & qu'au volume près, mes dernieres Horloges ne different pas de la premiere que j'avois exécutée en 1761, ou des autres dont on trouve le plan dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie*: d'où il ſuit que je n'ai pas pu *copier* M. L. R. Je prouverai qu'au contraire il a fait uſage de la plupart de mes principes, & de pluſieurs diſpoſitions des parties, dans ſes Montres dont la premiere ne fut préſentée qu'un an après la publication de mon *Eſſai ſur l'Horlogerie;* je tâcherai d'ailleurs de rendre à différents Artiſtes ce qui peut leur appartenir: je ne ſuis pas le ſeul que M. L. R. ait tenté de dépouiller.

III. ARTICLE. Je ne dirai pas, à l'imitation de M. L. R. *mes Horloges Marines ſont les meilleures qui aient paru; leur conſtruction eſt préférable à toute autre, &c;* c'eſt aux gens de l'Art à juger: ils ont ſous les yeux les deſcriptions & les plans de mes Machines, ainſi que de celles de M. L. R. tout ce que nous pourrions dire l'un & l'autre, ne changera rien au mérite des inventions: nos voix ſont comptées pour nulles au ſcrutin. Mais nous avons un moyen d'apprécier avec juſteſſe le mérite des productions, ſans y faire entrer l'examen intérieur du méchaniſme, ſur lequel nous diſputerions long-temps, & ſans doute inutilement; nous comparerons le ſuccès des *Epreuves:* c'eſt la balance où nous devons peſer nos Horloges: je remettrai ces ſuccès ſous les yeux du Public, tels qu'ils ſont conſignés dans des Ouvrages authentiques: on les comparera: le Lecteur inſtruit pourra prononcer.

C'eſt avec un véritable regret que je me vois forcé de donner quelques moments à des diſcuſſions de la nature de celles qui vont m'occuper; mais on ſe doit à ſoi-même une défenſe, quand l'injuſtice veut tenter de nous dépouiller: la place qu'on peut avoir acquiſe dans l'opinion publique, eſt un bien précieux dont on doit être jaloux, & qu'on ceſſeroit peut-être de mériter, ſi l'on dédaignoit d'employer les moyens légitimes qui peuvent nous y maintenir. C'eſt cepen-

dant la feule fois que je me permettrai de parler de moi: dès que mes droits auront été établis d'une maniere inconteftable, j'entendrai fans m'émouvoir tout ce qu'on voudra dire & imprimer; mon filence feul répondra. Je ferai de mon temps un emploi plus agréable pour moi, & peut-être plus utile pour le Public; je m'occuperai à donner à mes Horloges Marines, toute la fimplicité & la perfection qu'elles peuvent acquérir; car je les crois en effet, & pour le préfent & pour l'avenir, fufceptibles de perfection; & je ne puis pas dire ce que M. L. R. difoit dès la premiere épreuve de fes Montres (*a*): *il eft un terme à tout;* depuis que ma derniere Horloge eft finie, *il ne s'eft guere paffé de jours fans que j'aie cherché fi elle ne feroit pas fufceptible de quelques changements avantageux: inutile tentative! la Théorie & les faits me perfuadent qu'il ne refte plus qu'à s'attacher à bien exécuter ces Machines.* Je ne fais s'il eft bien certain que les bornes que M. L. R. veut mettre à fon génie, foient en effet les bornes de l'efprit humain? Mais je fuis bien éloigné de voir comme lui: plus je réfléchis fur l'ufage auquel on deftine une Horloge Marine, fur ce qu'on s'eft accoutumé à exiger de ces Machines, depuis qu'on a reconnu la poffibilité d'y réuffir, enfin fur ce qu'on a déja fait; moins je me perfuade qu'il ne foit pas poffible de faire encore mieux. Seroit-ce donc que M. L. R. & moi, nous nous fommes formé une idée différente de la perfection? Je ne crains pas d'annoncer que, depuis les dernieres épreuves de mes Horloges, & même depuis la publication de mon *Traité*, j'ai découvert encore de nouveaux fecours qui pourront nous élever de quelques crans plus haut. Les premiers pas ont été faits avec affez de rapidité; c'eft la marche ordinaire des Arts exacts: les derniers s'exécutent toujours avec plus de lenteur: à peine s'apperçoit-on qu'on avance; & les recherches les plus pénibles ne font pas toujours les plus brillantes.

De quelques imputations répandues dans le premier Article du Précis.

Avant que d'entrer en matiere, je vais répondre à quelques objections particulieres, & détruire des imputations répandues dans le premier Article du *Précis* de M. L. R.

(*a*) Page 10 de l'*Expofé fuccinct.*

» Dès 1766 (dit-il) (*a*) j'avois exécuté la Montre Marine » qui vient d'être couronnée par l'Académie pour la seconde » fois. Or, *loin d'avoir alors quelque chose à mettre en parallele* » *avec cet Ouvrage*, l'Auteur du Traité des Horloges Marines » *n'avoit rien de comparable, pas même dans son imagination.* J'é- » tois sur le point de présenter la premiere de mes Montres au » Roi, qu'il étoit à Londres pour la seconde fois, où *il faisoit* » *des efforts pour découvrir le secret de M. Harrison qui étoit inflexi-* » *ble.* Va-t-on à cent lieues chercher le secret d'autrui, quand » on croit en avoir un meilleur ? »

Pourra-t-on croire qu'en écrivant ce que je viens de rapporter, M. L. R. avoit sous les yeux mon *Traité des Horloges Marines*, dans lequel se trouve le rapport de l'Académie des Sciences, en date du 20 Juin 1764, dont je donnerai l'extrait dans le premier Article, & qui constate que *mon Horloge* N°. 1, *étoit exécutée dès le commencement de* 1761, *qu'elle étoit construite sur d'excellents principes, qu'on ne connoissoit aucune piece d'Horlogerie où l'on eût employé plus de précautions & choisi de meilleurs moyens pour assurer la justesse de ses mouvements, & prévenir les changements de toute espece; que cette Horloge méritoit l'attention du Ministere, & qu'il seroit à propos de l'éprouver en mer, &c.* (*b*). M. L. R. a donc pensé qu'il lui suffisoit de dire un mot pour détruire ce qui est consigné dans les Regiſtres de l'Académie des Sciences ? Il a pensé que le Public ne liroit que ses Mémoires, qu'on l'en croiroit aveuglément sur sa parole ? Il s'est persuadé qu'en ne faisant aucune mention des Machines & des Ouvrages que j'ai produits long-temps avant qu'il songeât à présenter sa premiere Montre, son silence seul anéantiroit une Horloge exécutée depuis 1761, examinée & approuvée par l'Académie, ainsi qu'une autre Machine N°. 2, exécutée en 1763, & une Montre Marine N°. 3, éprouvée en mer par ordre du Roi, en 1764 (*c*). Il ne peut ignorer tous ces faits; il les a sous les

(*a*) Page 8 du *Précis*.

(*b*) On peut voir ce Rapport tout au long dans mon *Traité des Horloges Marines*, page 523 & suiv.

(*c*) On verra dans le troisieme Article l'épreuve de cette Montre, faite par ordre du Roi en 1764, & le Rapport qui fut lu à l'assemblée publique de l'Académie, le

yeux ; & il ose dire qu'en 1766, lorsqu'il présentoit sa premiere Montre au Roi, je n'avois *rien de comparable* alors à opposer, *pas même dans mon imagination.*

Ce n'est pas tout : non-seulement je n'avois rien dans mon imagination, *mais* (ose-t-il ajouter) *j'allois chercher à cent lieues le secret d'autrui.* Le Lecteur va juger combien cette imputation injurieuse est en même temps mal fondée.

L'Académie des Sciences a répondu d'avance à M. L. R. : j'étois associé dans le premier voyage que je fis à Londres, à un Membre respectable de cette illustre Compagnie. *M. Berthoud* (est-il dit dans le Rapport de 1764, que j'ai déja cité) (*a*), *avoit été choisi par l'Académie, & envoyé à Londres par Sa Majesté, avec M. Camus, pour prendre connoissance des découvertes faites par M. Harrison ; mais l'objet de ce voyage n'a point été rempli ; ainsi l'on ne peut soupçonner M. Berthoud d'avoir profité des inventions de l'Auteur Anglois, puisqu'elles sont encore tenues secrettes : nous pouvons certifier d'ailleurs qu'il n'a pu faire aucun changement à sa Machine depuis son retour d'Angleterre, puisqu'elle est restée fermée de nos cachets jusqu'au temps où nous en avons fait l'examen détaillé dans ce Rapport.* On verra d'ailleurs, dans ce même Rapport, que l'*exécution de mon Horloge se trouvoit parfaitement conforme aux Mémoires que j'avois déposés au Secrétariat de l'Académie, le 13 Décembre 1760, & le 28 Février 1761.* Cette même Machine avoit été publiée dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, dès le premier Janvier 1763 ; & ce n'est qu'à la fin d'Avril que j'allai en Angleterre pour la premiere fois. Le second voyage que je fis à Londres en 1766, par ordre du Gouvernement, eut le même objet & le même succès que le premier : les Anglois, & M. L. R. lui-même, en sont convenus. Il ne pourra du moins récuser son propre témoignagne, consigné dans son

14 Novembre 1764, par M. l'Abbé Chappe, l'un des Commissaires nommés par le Roi, conjointement avec M. Duhamel du Monceau, de l'Academie des Sciences, & M. le Chevalier de Goimpy, Commandant la Corvette l'*Hyrondelle*, sur laquelle l'épreuve a été faite.

(*a*) Ce Rapport est imprimé en entier dans mon *Traité des Horloges Marines*, page 523 & suivantes : j'en donnerai ci-après l'extrait dans l'Article premier de cette *Réfutation.*

Exposé

Exposé succinct, écrit & publié en 1768, c'est-à-dire, deux ans après mon second voyage à Londres. *Remarquons* (disoit-il) (*a*), *un manque d'exactitude dans le Traducteur des Observations de M. Maskeline: selon lui, les Horlogers François ont fait tous leurs efforts pour découvrir le secret de M. Harrison qui a été inflexible, &c. On peut assurer* (ajoutoit M. L. R.) *qu'aucun François n'a été à Londres dans ce dessein.* C'est l'Auteur du *Précis* qui pensoit, qui écrivoit ainsi en 1768; c'est lui qui assuroit qu'*aucun Artiste François n'avoit été à Londres dans le dessein de découvrir le secret d'Harrison;* c'est ce même Auteur du *Précis*, c'est M. L. R. qui ose aujourd'hui me noircir par cette imputation. Quel motif peut lui faire tenir en 1773, un langage si différent de celui qu'il tenoit en 1768? Je le conçois: en 1768, mes Horloges N°. 8 & N°. 6, n'avoient pas encore été éprouvées en mer. M. L. R. se flattoit sans doute que ses succès éclipseroient les miens, que mes anciennes productions seroient oubliées; que je ne réclamerois jamais contre l'usurpation; enfin mon *Traité des Horloges Marines*, qui constate l'antériorité de mes recherches, n'avoit pas encore paru.

Mais c'est déja trop insister sur une imputation à laquelle on n'a pas même su donner l'air de la vraisemblance: contentons-nous d'une réflexion qui se présente naturellement. Si la prétendue supériorité des talents de M. L. R., & la médiocrité des miens, eussent été aussi évidentes aux yeux du Gouvernement & de l'Académie, qu'elles le paroissoient à ceux de M. L. R.; si l'on eût été en effet persuadé qu'il avoit en quelque sorte des idées innées sur les Montres Marines; s'il a tout inventé, s'il a tout fait le premier; si moi, au contraire, je *n'avois encore rien*, en 1766, *de comparable à sa Montre, pas même dans mon imagination*; par quelle fatalité pour lui, par quel aveuglement en ma faveur, le Gouvernement & l'Académie m'ont-ils choisi, en 1763 & 1766, pour aller en Angleterre, & coopérer à une mission qui n'avoit d'autre objet que les Montres Marines?

(*a*) Voyez l'*Exposé succinct*, page 35.

Mais ce n'étoit pas sans doute assez pour M. L. R. d'être en contradiction avec le Gouvernement & l'Académie; nous allons voir que, sans s'en douter, il se contredit lui-même. *Il déposoit* (en *1766*) *sa Montre à l'Académie* (dit-il) (*a*), *pour le concours de 1767, lorsque M. Berthoud y remettoit des* Projets par écrit, *qu'il eut grand soin de retirer avant le jugement.*

Et quelques pages après, il ajoute: (*b*) *Si M. Berthoud, ayant travaillé pour le Prix de l'Académie de 1767, n'a pas jugé à propos de concourir pour ceux des années suivantes, c'est que des arrangements particuliers l'en ont détourné; mais que peut-être ne l'eût-il pas fait avec avantage devant des Juges à portée de confronter les titres de chaque Concurrent.*

Observons d'abord deux contradictions manifestes. 1°. M. L. R. nous avoit dit qu'en *1766*, je n'avois rien de comparable à sa Montre, *même dans mon imagination:* à présent il dit qu'en *1766* je déposois des *Projets par écrit* pour le concours de *1767*. Il me fait donc à présent la grace de m'accorder qu'en *1766* j'avois *quelque chose*, je ne dis pas de comparable à sa Montre, mais au moins quelque chose dans mon imagination. 2°. Il nous dit qu'*après avoir travaillé pour le Prix de 1767*, je n'avois pas jugé à propos de concourir pour ceux des années suivantes: il oublie, sans doute, qu'à quelques pages plus haut, il s'est plaint lui-même de ce que *je n'avois pas voulu concourir pour le Prix de 1767, & que j'avois retiré mes pieces du Concours.* Mais ce ne sont-là que de légeres distractions qui échappent à un Auteur dans la chaleur de la composition, & que le Lecteur doit pardonner. M. L. R. me permettra seulement de lui faire une question: si je ne déposois que *des Projets par écrit*, même en *1766*, qui avoit donc inventé & exécuté, en *1761*, mon Horloge Marine N°. 1, que l'Académie jugeoit déja digne d'être éprouvée en mer? Qui avoit exécuté mon Horloge N°. 2? Qui avoit exécuté ma Montre Marine N°. 3, que Sa Majesté fit éprouver à la mer en *1764*?

(*a*) Page 9 du *Précis*.
(*b*) *Ibid.* page 29.

Je ne puis me difpenfer de rapporter ce qui s'eft paffé à l'occafion du *Concours de* 1767. La veille du jour où ce Concours devoit être fermé, plufieurs Membres recommandables de l'Académie me firent l'honneur de venir chez moi, & me prefferent de concourir pour le Prix : ce n'avoit jamais été mon intention ; depuis le commencement de Janvier de 1763, j'avois mis fous les yeux du Public, dans mon *Effai fur l'Horlogerie*, tous les principes fur lefquels doivent être conftruites des Horloges Marines, tout le détail des expériences, la difpofition de toutes les parties, des defcriptions & des plans exacts, & les procédés de main-d'œuvre ; je ne croyois pas devoir entrer en lice avec d'autres Artiftes qui pouvoient avoir pris dans mes propres Ouvrages les armes avec lefquelles ils voudroient combattre. J'étois occupé d'ailleurs de travaux qui ne me permettoient pas de me diftraire ; cependant, pour répondre à une invitation dont je devois être flatté, je remis plufieurs *Defcriptions & Deffins d'Horloges Marines*, les mêmes qui étoient dépofés au Secrétariat de l'Académie depuis le 29 Août 1764 : ces Defcriptions étoient en effet les plans de Machines exécutées, & que les Commiffaires nommés par l'Académie avoient examinées dans mon Laboratoire. (Voyez *le Traité des Horloges Marines*, page 534.) L'Académie n'exigeoit pas alors qu'on dépofât entre fes mains les Machines qu'on mettoit au Concours. Quelques temps après, j'appris qu'une Horloge Marine de M. *Romilly*, la feule qui concourût avec une Montre de M. L. R. avoit été fracaffée (*a*) dans l'obfervatoire d'un Aftronome ami particulier de celui-ci : l'accident étoit arrivé, difoit-on, *en la remontant :* je retirai mes Mémoires du Concours.

Des Prix accordés à l'Auteur du Précis.

M. L. R. nous remet devant les yeux, à chaque page de fon *Précis*, comme il l'avoit fait dans fes Mémoires précédents, qu'il a été *couronné deux fois*, & chaque fois d'une double couronne, par l'Académie des Sciences. Je fens tout le prix d'un pareil honneur ; mais il me paroît que la gloire de l'avoir obtenu, doit toujours être proportionnée au nombre des Concurrents. Lors du Concours de 1767, l'Horloge de M. *Romilly*

(*a*) Voyez le *Journal des Savans* du mois d'Octobre 1773, *page* 681.

avoit été fracassée : j'avois retiré mes Mémoires : la Montre de M. L. R. *restoit seule ;* l'Académie ne crut pas devoir lui adjuger le Prix : elle avoit proposé de nouveau le même sujet pour l'année 1769, avec un Prix double. M. L. R. n'eut pas plus de Concurrents au second Concours, qu'il n'en avoit eu au premier : sa Montre *fut la seule* éprouvée, en 1768, sur l'*Enjouée*, comme elle avoit été *la seule éprouvée* sur l'*Aurore*, en 1767 : elle fut couronnée; mais n'est-ce pas vouloir en imposer au Public, que de dire qu'on a couronné la meilleure ? Ce n'est pas ce qu'a dit l'Académie en lui accordant le Prix; elle a mis dans son jugement, la sage réserve qu'on remarque toujours dans ses décisions. Ce n'est point *un Prix* qu'elle adjuge au *meilleur Ouvrage ;* c'est *un encouragement* qu'elle accorde au *seul Artiste* qui eût mis une Machine au Concours. Voici les propres paroles de cette Illustre Compagnie (*a*) : » La marche de la » Montre de M. L. R. observée à la mer dans plusieurs Voyages, » dont un a été des côtes de France à Terre-Neuve & à Ca- » diz, a paru *en général* assez réguliere pour mériter à l'Auteur » cette récompense, *dont le but principal est de l'encourager à* » *de nouvelles recherches :* car l'Académie ne doit pas dissimuler » que, dans une des observations qui ont été faites sur cette » Montre, elle a paru, *même étant à terre, avancer assez brus-* » *quement de onze à douze secondes par jour:* d'où il s'ensuit qu'*elle* » *n'a pas encore le degré de perfection qu'on peut y désirer* ».

Ce qui est dit ici appartient à l'Epreuve faite, en 1768, sur l'*Enjouée ;* car, dans celle qui avoit été faite en 1767 sur l'*Aurore*, on avoit reconnu, comme je le ferai voir, des écarts de 17, *de* 23, *& de* 54 *secondes*, occasionnés par *quelques heures de roulis*, auxquels le Bâtiment avoit été exposé. C'est cependant après cette premiere Epreuve de 1767, que M. L. R. disoit, en rappellant les récompenses accordées à M. Harrison : *pour moi, je possede déja une récompense qu'on voudroit envain m'enlever; c'est la gloire d'avoir, le premier, réussi en France dans cet important objet, & la conviction intime d'avoir*

(*a*) *Voyez* le Programme du prix proposé par l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1771, Imprim. Roy. 1769.

produit un Ouvrage à jamais utile à ma Patrie & à l'humanité (a). Il nous répete la même assertion dans son *Précis* (b) : *L'Epreuve faite sur l'Aurore en* 1767, *prouvera à jamais* (dit-il), *d'une maniere irréfragable, que je suis le premier en France qui ait porté les Montres Marines au degré de justesse desiré.* L'Académie décide au contraire, *qu'en* 1769, c'est-à-dire, que même après la deuxieme Epreuve, *la Montre Marine de M. L. R. n'a pas encore le degré de perfection qu'on peut y desirer.* Qui doit fixer notre opinion ? Qui devons-nous croire par préférence ? de l'Académie des Sciences qui juge l'Artiste, ou de l'Artiste qui se juge lui-même ?

Le Prix double a été adjugé de nouveau, en 1773, à la Montre Marine de M. L. R. *L'Académie* (c) (dit-il) *a déclaré dans son dernier Programme, que ma Montre l'emportoit sur celles qui avoient concouru ; je me crois donc fondé à conclure que ma Montre est la meilleure qui ait encore paru.* M. L. R. auroit dû transcrire le Programme de l'Académie dans son entier : je vais mettre sous les yeux du Public, ce que l'Auteur du *Précis* auroit voulu qu'on en ignorât (d) : *L'Académie ne croit pas devoir laisser ignorer au Public, qu'une Montre Marine désignée par le N°. 8*, (c'est une de mes Horloges) *& éprouvée aussi par ordre du Roi sur la Frégate* la Flore, *a paru mériter beaucoup d'éloges par la régularité de sa marche. Mais l'Auteur ayant expressément déclaré qu'il ne jugeoit pas à propos de concourir, & n'ayant point d'ailleurs fait connoître la construction de sa Montre, l'Académie a cru devoir s'abstenir d'en porter aucun jugement relativement au Prix.* Je n'ai donc pas concouru ; & si M. L. R. a eu de l'avantage sur ses Concurrents, il n'est donc pas fondé à dire qu'il en a eu sur moi ; il n'est pas fondé à conclure que sa Montre est *la meilleure qui ait encore paru.* M. Harrison auroit sans doute raison de se plaindre, ainsi que moi, de cette généralité ; mais je ne me suis pas chargé de le défendre : on peut s'en rapporter à lui, à ses amis, & à sa Nation. Ce que nous pou-

(a) *Exposé succinct*, page 35.
(b) Page 7 du *Précis.*
(c) Page 37 du *Précis.*

(d) Voyez le *Programme de l'Académie pour le prix de l'année* 1775, imprimé à l'Imprimerie Royale en 1773.

vons conclure, nous, & avec fondement; c'eſt que, ſi M. L. R. exige que nous admirions ſa Montre comme la meilleure qui ait encore paru; au moins ne voudra-t-il pas nous forcer à le regarder comme l'Artiſte le plus modeſte: il eſt à craindre qu'à force de répéter au Public qu'il eſt ſupérieur à tout ſe monde, que ſa Montre eſt la meilleure poſſible, il ne parvienne enfin à ſe le perſuader à lui-même: cette perſuaſion nuiroit eſſentiellement aux progrès de l'Art, s'il étoit poſſible qu'elle détournât M. L. R. de s'occuper des recherches qui pourront encore perfectionner ſon ouvrage.

ARTICLE PREMIER.

De l'ancienneté de mes recherches pour la détermination des Longitudes en Mer par les Horloges Marines : elles ſont antérieures en tous points à celles de M. L. R.

PREMIERE ÉPOQUE. *Antériorité de Projet.*

LE 20 *Novembre de l'année* 1754, j'avois dépoſé à l'Académie Royale des Sciences, un paquet cacheté, contenant la deſcription d'une *Machine propre à meſurer le Temps en mer* (*): la ſuſcription annonçoit ce qui étoit contenu dans le paquet; tous les Membres de l'Académie (**) ont pu ſavoir que j'avois dépoſé un Projet d'*Horloge Marine.*

Un mois après, le 18 *Décembre* 1754, M. L. R. dépoſe pareillement à l'Académie un paquet cacheté, contenant la deſcription d'une *nouvelle Horloge propre pour l'uſage de la Marine:* il en a fait imprimer la copie dans ſon *Expoſé ſuccinct* (*a*).

M. L. R. n'a pu nier l'*antériorité de mon dépôt*; il veut l'éluder: voici ſes objections dans toute leur force.

Un Ecrit imprimé en 1752, *montreroit* (dit-il) *que, même*

(*) Page 523 du *Traité des Horloges Marines.*

(**) Un des Freres de M. L. R. eſt Membre de l'Académie des Sciences depuis l'année 1751.

(*a*) Page 37 de l'*Expoſé ſuccinct.*

avant ce temps, je songeois à mettre en exécution un Projet de Montre Marine : l'Horloger Auteur de cet Ecrit, dit que *M. L. R. ajouta* (apparemment à la suite d'une conversation qu'ils avoient eue ensemble) *qu'il avoit des idées sur la Marine, que nous les exécuterions ensemble* (*a*).

J'accorde à l'Auteur du *Précis*, qu'en 1752, qu'en 1750 même, s'il le veut, il avoit *des idées sur la Marine :* mais qui a pu lui dire que je n'en avois pas eu, moi, en 1749? Qui lui a dit qu'en lisant, il y a plus de vingt-cinq ans, les Ouvrages de Huyghens & de Sully, je n'avois pas *songé* à des Horloges Marines? Et quel est l'Artiste un peu occupé de son Art, qui n'ait songé quelquefois en sa vie à des Horloges Marines? Mais ce ne sont pas des idées en l'air, des songes, qu'on doit présenter au Public : il lui faut des preuves. Pourra-t-on croire que c'est immédiatement après s'être établi sur un fondement aussi peu solide, que l'Auteur du *Précis* conclut d'un ton assuré : *l'antériorité de mes recherches est donc prouvée* (*b*).

M. L. R. fait une autre objection contre mon dépôt de 1754, qui paroît plus raisonnable au premier aspect, mais qui, dans le fond, n'a pas plus de solidité. En parlant de ce dépôt & de moi, il dit :

On en appellera à lui-même, & on lui demandera s'il peut y avoir quelque comparaison entre le papier qu'il cite, sans en rapporter la teneur, & celui que j'ai consigné au Secrétariat le 18 *Décembre de la même année, que j'ai fait imprimer il y a six ans, & qui contient en grande partie toute la théorie de mes Montres Marines actuelles* (*c*).

Je répondrai d'abord (ce qui est prouvé par le certificat du Secrétaire de l'Académie) (*d*), que MM. *Camus* & *Bouguer*, qui furent les Commissaires nommés pour l'examen de mon Projet, sont morts l'un & l'autre sans avoir fait leur rapport : j'ajouterai que ce papier s'est trouvé perdu parmi les leurs ; qu'il ne m'a jamais été rendu ; & que tout ce que j'en rappor-

(*a*) Page 7 du *Précis*. Il y est dit à la note : *Voyez la Lettre à M. le Duc de ***, servant à la justification de M. le Paute*, page 6.

(*b*) Page 7 du *Précis*.

(*c*) page 6 du *Précis*.

(*d*) Page 523 du *Traité des Horloges Marines*.

terois ne pouvant avoir aucune authenticité, je ferois réduit à demander qu'on m'en crût fur ma parole : ce ne font pas des preuves de cette efpece que je veux préfenter au Public.

Je vais faire un bel avantage à M. L. R. ; je vais convenir, s'il le veut, que mon Projet de 1754 ne contenoit pas la defcription de mon Horloge N°. 1, qui étoit terminée au commencement de 1761, & dont les principes, comme on le verra, ne different pas de ceux que j'ai employés dans mes autres Horloges ; je conviendrai même que ce Projet cacheté contenoit la defcription d'une Machine différente de toutes les autres, quoique toutes fuffent deftinées au même ufage; mais en lui faifant un fi grand avantage, il n'aura pas encore gain de caufe : il m'eft facile de prouver que, dans le cas fuppofé, nous en ferions l'un & l'autre au même point ; & que fon Projet de 1754 ne préfentoit aucun indice de fes Montres actuelles, quoiqu'il veuille faire croire *qu'il en contenoit en grande partie toute la théorie :* l'ancien Projet & le plan des nouvelles Montres font fous les yeux du Public (*a*) : nous allons les comparer.

L'extrait du Projet de 1754, ne fera pas long : toutes les idées de M. L. R. fur la conftruction d'une Horloge Marine, fe bornoient à quatre Articles. (Je ne parle pas de la fufpenfion qui étoit celle de *Cardan*, telle qu'on l'a toujours propofée, telle que *Huyghens*, *Sully* & d'autres l'avoient employée).

1°. Corriger les inégalités de la force motrice par le moyen d'un *Remontoir* qui devoit (difoit-il) *rendre cette force parfaitement conftante* (*b*).

2°. Sufpendre le Balancier par un *reffort droit réglant* (qui devoit fuppléer au reffort fpiral), & dont la propriété étoit telle, felon M. L. R., *que toutes les vibrations du Balancier devoient être ifochrones* (*c*).

(*a*) Voyez l'*Expofé fuccinct*, page 37 & fuivantes; & le Memoire fur la *mefure du Temps en mer*, à la fuite du *Voyage de M. de Caffini le fils*, chez Jombert. 1770.

(*b*) Voyez dans l'*Expofé fuccinct* la defcription de l'Horloge, *page* 38.

(*c*) *Ibid.* 43. M. L. R. dit : *que dans toutes les Experiences qu'il a faites fur différentes maffes fufpendues par un reffort droit comme celui de fon Balancier, il ne lui a pas été poffible d'appercevoir une feule vibration de différence fur mille, en répétant l'obfervation plufieurs fois fur des arcs de 180 & de 60 degrés : les avantages réels* (ajoute-t-il) *qui réfultent de cette propriété font évidents.*

3°.

3°. Pour tenir lieu d'un méchanifme qui pût compenfer les effets de la chaleur & du froid, l'Auteur propofoit de dreffer une Table des variations de l'Horloge par les différents degrés de température, & d'y avoir égard (*a*).

4°. *Le Régulateur* qu'il projettoit d'employer, étoit *un pendule d'un demi-pied de longueur environ, verticalement fufpendu par un feul reffort droit, long de cinq à fix pouces, dont la lentille un peu différente des autres par fa forme, & du poids de deux ou trois livres, eft horizontale, & dont chaque extrémité de la verge formant un pivot, s'ajufte dans un trou difpofé pour le recevoir* (*b*).

Quel Régulateur que celui dont toute la maffe, réunie autour du centre fous la forme d'une lentille du poids de trois livres, fe trouve rapprochée des pivots? Quel frottement n'éprouveront pas ces pivots, quand même on y appliqueroit les *rouleaux de Sully*, que l'Auteur propofoit? Quelle puiffance aura ce Régulateur? fur-tout fi une de fes vibrations ne doit s'achever *qu'en deux fecondes & demie*, comme on le voit dans le Projet? J'en appelle à tous les Artiftes qui ont réfléchi fur les principes de leur Art: un Régulateur de cette efpece eft un monftre en Horlogerie.

L'*Echappement* étoit tout fimplement à *roue de Rencontre:* on n'y employoit point cet échappement *à vibrations libres & à détente* dont M. L. R. s'attribuoit l'invention en 1748, & auquel il voudroit qu'on rapportât l'ancienneté de fes recherches fur les Horloges Marines: l'*Echappement libre* n'a donc jamais été propofé par l'Auteur dans l'intention de l'appliquer aux Horloges Marines: il en auroit fait ufage, il en auroit au moins fait mention dans le Projet de 1754. On y voit au contraire que cette partie d'une Montre ne paroît pas l'occuper: il n'y traite feulement pas de l'Echappement en particulier: la roue de Rencontre même n'eft nommée que dans la defcription du Remontoir, & comme devant en faire partie.

(*a*) M. L. R. propofoit encore deux autres expédients abfolument différents de celui qu'il a employé dans fes nouvelles Montres; mais il déclaroit en 1754, qu'il *préféroit la Table aux deux autres moyens, & qu'il comptoit s'y tenir.* Page 46 de l'*Expofé fuccinct.*

(*b*) *Expofé fuccinct*, page 40.

C'eſt donc avec un *Remontoir* qui rend la force motrice parfaitement conſtante ; c'eſt avec un *reſſort droit réglant* qui rend toutes les vibrations iſochrones ; avec un balancier monſtrueux *dont toute la maſſe eſt rapprochée près du centre* ; avec un *Echappement à roue de rencontre* ; enfin avec une *Table de compenſation*, que M. L. R. s'étoit perſuadé, en 1754, qu'on pouvoit faire une excellente Montre Marine.

Heureuſement pour lui, ſes idées ont bien changé depuis cette époque ; & la Montre dont il nous a donné la deſcription en 1770 (*a*), n'a de commun avec l'ancienne que le nom & l'uſage par lequel on propoſoit l'une & l'autre.

Dans la Montre de 1770, il n'eſt plus queſtion du Remontoir ; la fuſée même eſt ſupprimée comme ſuperflue & déſavantageuſe ; la *force motrice* réſide toute entiere dans un *reſſort ployé dans un Barillet*, comme celui des pendules de cheminée : il n'eſt plus queſtion du reſſort droit réglant ; ce ſont deux *reſſorts ſpiraux*, *d'une certaine longueur*, qui donnent toutes les vibrations iſochrones : le Régulateur eſt un balancier ordinaire, dont *toute la maſſe eſt rejettée à la circonférence*, & ſuſpendu par *un fil de clavecin :* ce n'eſt plus un Echappement *à roue de Rencontre ;* c'eſt un Echappement à *vibrations libres :* aucun des moyens propoſés dans le Projet de 1754, pour corriger l'effet des variations de la température, n'eſt employé ici ; ce ſont *deux Thermometres compoſés de mercure & d'eſprit-de-vin*, appliqués à l'axe du Balancier.

Où eſt donc la conformité entre le Projet de 1754, & la Montre Marine dont la deſcription a été publiée en 1770 ? Où eſt cette théorie des Montres nouvelles qui doit ſe trouver dans le Projet ? Où eſt cet Echappement à vibrations libres dont M. L. R. croit que l'on ne ſauroit ſe paſſer ? Où eſt enfin cette merveilleuſe propriété du reſſort ſpiral, à laquelle il attribue excluſivement la régularité de ſes Montres, & ſans laquelle il penſe qu'on ne fera jamais d'Horloges Marines ? Le reſſort ſpiral lui-même n'eſt pas employé dans la Montre en projet. Enfin je

(*a*) Voyez la *Meſure du Temps en Mer*, page 20 & ſuivantes.

défie qu'on faſſe voir un ſeul trait de reſſemblance, ſoit dans les principes, ſoit dans les moyens, entre la Montre de 1754 & celle de 1770.

Concluons. Si l'on vouloit ſuppoſer que mon Projet de 1754 ne contînt pas la deſcription de mes Horloges Marines actuelles; on ſeroit obligé de convenir auſſi que le Projet de M. L. R. poſtérieur au mien, ne contenoit pas plus la deſcription de ſes Montres actuelles. Abandonnons donc cette premiere époque, par laquelle on peut prouver ſeulement que mon Projet étoit antérieur au ſien, & prenons une époque plus rapprochée, celle où l'un & l'autre nous avons produit au jour la premiere Horloge Marine que nous ayons exécutée.

M. L. R. n'exigera pas ſans doute que nous faſſions entrer en ligne de compte une prétendue Montre Marine de laquelle M. *de Petitmont*, demeurant à *Montfort-Lamaury*, *ſe rappelle bien (dans le mois de Juin* 1773) *que M. L. R. lui avoit parlé en* 1756, *&c.* (*a*). On ne doute pas que dans ce temps, M. L. R. n'eût en effet montré à M. *de Petitmont* une Montre qu'il lui a dit être une Montre Marine; mais il paroît que l'Auteur lui-même ne l'a jamais regardée comme telle; c'eſt aujourd'hui pour la premiere fois, qu'il nous en parle: voici même ce qu'il fit imprimer dans ſes *Etrennes Chronométriques* (*b*), de 1759, c'eſt-à-dire, trois ans après l'exécution de cette prétendue Montre Mariné: *Toutes les tentatives*, dit-il, *qu'on a faites juſqu'ici pour acquérir en mer une juſte meſure du Temps, n'ont point répondu au deſſein de leur Auteur.* C'eſt ainſi que M. L. R. penſoit en 1759: ce n'eſt qu'en 1773 qu'il s'eſt enfin rappellé, & qu'il voudroit perſuader au Public que, dès 1756, il avoit déja fait une Montre *Marine:* comment ne s'en ſouvenoit-il pas en 1759?

Seroit-ce une conjecture trop haſardée, de ſuppoſer que, dans ce temps, M. L. R. ne s'occupoit pas d'Horloges Marines? & que, comme mon Projet de 1754 lui avoit donné

(*a*) Voyez cette Lettre de M. de *Petitmont*, donnée comme un piéce juſtificative à la ſuite du *Précis*, page 44.

(*b*) Voyez les *Etrennes Chronométriques* pour l'année 1759, par M. L. R. l'aîné, Horloger du Roi, aux Galleries du Louvre, *page* 48.

l'idée d'en dépofer un en concurrence, un mois après que le mien eut été dépofé; de même une premiere Horloge Marine que j'avois déja exécutée au commencement de 1761, & qui fut examinée par toute l'Académie (*a*) le 16 Avril 1763, réveilla les idées de M. L. R. fur les Machines propres à mefurer le Temps en mer : au moins eft-il certain que ce ne fut que le 28 Juin 1763, qu'il demanda à l'Académie des Sciences une copie de fon Projet de 1754 (*b*); & l'on voit, felon le Certificat du Secrétaire de l'Académie, en date du 10 Mai 1773 (*c*), que ce ne fut que *le* 7 *Décembre* 1763, que *M. L. R. préfenta fa premiere Montre Marine;* & que *le* 18 *Août* 1764, *il en préfenta une feconde.*

II. ÉPOQUE. *Antériorité d'exécution.*

Voilà donc la *date de la premiere Montre de M. L. R.* fixée, d'après le Certificat de l'Académie des Sciences, *au* 7 *Décembre* 1763.

Or il m'eft aifé de démontrer que *la date de ma premiere Horloge Marine* remonte *au commencement de l'année* 1761 : il me fuffira, pour le prouver fans replique, de remettre fous les yeux du Public une partie de l'Extrait des Regiftres de l'Académie des Sciences, du 20 Juin 1764, que j'ai fait imprimer en entier dans mon *Traité des Horloges Marines*, (pag. 523 & fuiv.)

Les Commiffaires qui avoient été nommés pour faire l'examen particulier de mon Horloge Marine, après que l'examen public en eut été fait par l'Académie, commencent leur Rapport par rendre compte des principes fur lefquels eft établie cette Machine : ils en font une defcription affez détaillée; puis ils continuent : (*d*)

» Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails fur la » conftruction & fur la fufpenfion de cette Horloge, parce » qu'elles ont été amplement décrites & détaillées par M. *Berthoud*, dans fon *Effai fur l'Horlogerie*, préfenté à la Cenfure » en 1761 : il nous fuffit d'en donner l'idée à ceux qui n'ont pas

(*a*) J'ai déja fait remarquer qu'un des freres de M. L. R. eft Membre de l'Académie des Sciences depuis l'année 1751.

(*b*) Voyez le Certificat de M. de *Fouchy*, page 48 de l'*Expofé fuccinct.*

(*c*) Voyez le Certificat du Secretaire de l'Académie, *page* 45 du *Précis.*

(*d*) Page 526 du *Traité des Horl. Mar.*

» connoissance de son Ouvrage : *l'exécution* d'ailleurs *se trouve* « *parfaitement conforme aux deux Mémoires qu'il avoit déposés au* » *Secrétariat de l'Académie, le* 13 *Décembre* 1760, *& le* 28 *Février* » 1761. Jaloux de conserver la date de son invention, & à juste » titre, M. *Berthoud* nous a prié d'exposer à l'Académie dans » ce Rapport, que *son Horloge Marine étoit achevée au commen-* » *cement de* 1761 ; qu'il l'a fit voir *alors* à M. *de la Lande*, ainsi » qu'à M. *de Bory*, Capitaine des Vaisseaux du Roi ; que cet » Officier le pressa de la lui confier pour l'éprouver dans le cours » du Voyage qu'il alloit faire à Saint-Domingue ; que M. *le* » *Chevalier Turgot*, aujourd'hui Gouverneur de Cayenne, & M. » *Turgot* son frere, Intendant de Limoges, alors Maître des » Requêtes, la virent aussi dans le même temps à peine achevée, » de même que le sieur *Romilly*, célèbre Horloger, dont le » jugement lui fut très-favorable. *Cette même Machine fut pré-* » *sentée à l'Académie, & déposée chez M. de Mairan, l'un de* » *nous, le* 16 *Avril* 1763, *avant le départ de M. Berthoud pour* » *l'Angleterre*, après qu'il eut été choisi par l'Académie, & en- » voyé à Londres par Sa Majesté, avec M. *Camus*, pour pren- » dre connoissance des découvertes faites par M. *Harrison* sur la » même matiere ; mais l'*Objet de ce Voyage n'a point été rempli :* » ainsi *l'on ne peut soupçonner M. Berthoud d'avoir profité des inven-* » *tions de l'Auteur Anglois, puisqu'elles sont encore tenues secretes :* » nous pouvons certifier d'ailleurs *qu'il n'a pu faire aucun change-* » *ment à sa Machine depuis son retour d'Angleterre*, puisqu'elle » est restée fermée de nos cachets, jusqu'au temps où nous avons » fait l'examen détaillé dans ce Rapport (*a*). Nous ne devons « pas ometre que, *dès le* 20 *Novembre* 1754, *M. Berthoud avoit* » *déposé au Secrétariat de l'Académie un premier Projet d'Horloge*

(*a*) On doit observer que je n'ai été en Angleterre qu'après le 16 Avril 1763, c'est-à-dire, 4 mois après la publication de mon *Essai sur l'Horlogerie*, dans lequel se trouve le plan détaillé, les dessins, les descriptions, &c. de ma premiere Horloge, & que l'Académie a certifié que l'exécution étoit parfaitement conforme aux plans que j'en avois donnés : le Voyage d'Angleterre n'a donc pu me fournir aucune idée dont j'aie pu faire usage dans ma premiere Horloge : or je ferai voir que mes dernieres Horloges ne different en rien de cette premiere, quant aux principes & à la disposition même des parties constitutives d'une Horloge Marine.

» *Marine*, où l'on voit qu'il s'appliquoit dès-lors de cette impor-
» tante recherche. Nous n'osons pas encore prononcer qu'il ait
» réussi; mais *nous pouvons assurer que son Horloge est construite*
» *sur d'excellents principes; que nous ne connoissons aucunes pièces*
» *d'Horlogerie où l'on ait employé plus de précautions & choisi de*
» *meilleurs moyens, pour assurer la justesse de ses mouvements, &*
» *prévenir les dérangements de toute espece:* ainsi nous croyons
» qu'elle mérite l'attention du Ministere, & qu'*il seroit à pro-*
» *pos de la faire éprouver en mer*, l'objet étant fort important
» pour la détermination des Longitudes: quand elle ne donne-
» roit pas encore la précision nécessaire, un Voyage sur mer met-
» troit du moins l'Auteur à portée de connoître ce qui peut
» manquer à sa perfection, pour y faire les corrections conve-
» nables. *Il seroit à souhaiter que cette Horloge fût un peu moins*
» *volumineuse: M. Berthoud* nous a dit en avoir fait deux autres
» beaucoup plus petites, *construites sur les mêmes principes que la*
» *premiere*, mais différentes à quelques égards: il compte les pré-
« senter incessamment à l'Académie, & les essayer avec celle-
» ci, lorsqu'il aura reçu des ordres à ce sujet, &c. ».

Il est donc prouvé que ma premiere Horloge Marine, jugée digne de l'attention du Ministere par l'Académie, jugée digne d'être éprouvée en mer comme construite sur d'excellents principes, &c; il est prouvé, dis-je, que *cette Horloge étoit exécutée dès le commencement de* 1761; & que *le* 16 *d'Avril* 1763, *elle fut exposée aux yeux de toute l'Académie* qui en examina tous les détails. J'admets que rien n'ait pu en transpirer; j'admets que, par cette voie, M. L. R. n'ait pu avoir aucune connoissance de cette Machine: au moins conviendra-t-il qu'il a pu en voir tous les détails dans mon *Essai sur l'Horlogerie*. Cet Ouvrage étoit public depuis le commencement de Janvier de l'année 1763 (*a*): on y trouve la démonstration des principes sur lesquels doivent être construites les Horloges Marines, grand nombre d'expériences sur les parties constitutives de ces Machines, enfin les descriptions, les plans, les dessins, les développements, les

(*a*) Le Mercure de France du mois de Février 1763, donnoit déja l'Extrait de mon *Essai sur l'Horlogerie*.

dimenſions de ma premiere Horloge, certifiés par l'Académie *conformes à l'exécution*, & le projet de deux autres Horloges qui n'étoient pas encore exécutées. Ce n'eſt que *le* 7 *Décembre* 1763, c'eſt-à-dire, *onze mois après la publication de cet Ouvrage*, que M. L. R. *préſenta à l'Académie ſa premiere Montre Marine* (*a*) : s'il ſe trouve des points de reſſemblance entre la Montre de M. L. R. & les Horloges Marines qui ſont décrites dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie ;* ſi nos principes ſont quelquefois les mêmes ; ſi quelquefois nous employons des moyens ſemblables ; je le demande : *qui de nous deux eſt le Copiſte ?*

J'oſe avancer que ſi le volume trop conſidérable de ma premiere Horloge ne m'eût décidé à l'abandonner pour en conſtruire ſur les mêmes principes d'autres moins volumineuſes, cette Machine perfectionnée eût pu le diſputer, pour la régularité, à toutes celles que j'ai faites depuis 1761 : car on peut voir, en comparant la Théorie qui eſt dans mon *Eſſai*, à celle qui eſt dans mon *Traité des Horloges Morines*, en comparant les plans & les diſpoſitions des parties eſſentielles de toutes mes Horloges ; on peut voir, dis-je,, & je prouverai dans le ſecond Article de ce Mémoire, que je ne me ſuis jamais écarté des principes fondamentaux établis dans mon *Eſſai* ; je prouverai que les diſpoſitions des parties conſtitutives ſont toujours les mêmes, que je n'ai fait aucun changement eſſentiel ; que je n'ai fait enfin que modifier l'application de mes premiers principes, pour me conformer, autant qu'il étoit poſſible, aux choſes de convenance & de commodité, & ſur-tout au deſir de l'Académie des Sciences, à laquelle le volume de ma premiere Horloge avoit paru trop conſidérable, mais qui d'ailleurs avoit donné à cette Machine les éloges les plus flatteurs, & toute l'approbation qui pouvoit m'engager à continuer mes recherches. C'eſt par le deſir de me conformer aux intentions de cette ſavante Compagnie, que je conſtruiſis mon Horloge N°. 2, & ma Montre Marine N°. 3,

(*a*) M. L. R. dit dans ſon *Expoſé ſuccinct* (page 10) » que c'étoit *vers le milieu* » *de* 1763, qu'il avoit cru approcher du » but, & qu'il avoit préſenté à l'Académie » une Montre ou Pendule Marine de trois » pieds de longueur, mais que, dès l'année » ſuivante, il en fit une d'un pied & demie». Peut-on dire que le 7 *Decembre* ſoit *le milieu de l'année ?* Eſt-ce ici le cas où une *antidate* peut être permiſe ?

dont on trouve la description & les dessins dans mon *Traité des Horloges Marines*, ainsi que ceux de plusieurs autres Machines, dont l'exécution a suivi celle des premieres (*a*).

Singuliere déclaration de M. L. R.

Quand M. L. R. livra ses Montres Marines pour l'épreuve qui en fut faite sur l'*Aurore* en 1767, il fit une déclaration qui mérite d'être remarquée, & qui prouvera qu'il n'est pas aussi indifférent sur l'ancienneté des recherches qu'il veut nous le faire entendre dans son *Précis*; & que, dans tous les temps, il a cru pouvoir se permettre quelque artifice innocent pour établir sa prétendue ancienneté. On trouve cette déclaration dans le *Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux*, page 78. M. L. R. » nous a déclaré (est-il dit) que cette Montre étoit le fruit de » 25 années de travaux, de recherches & de réflexions de sa » part; que dès 1750 (*on a vu que ce n'est que le* 18 *Décem-* » *bre* 1754), il avoit déposé sous un papier cacheté, au Secré- » tariat de l'Académie, le Projet d'une Montre *semblable*, con- » tenant plusieurs des principes & méthodes employés dans » cette derniere; qu'en 1764, il avoit présenté à l'Académie *ce* » *Projet exécuté* avec divers changements, &c. ». Je crois avoir prouvé assez clairement qu'il n'existe pas une trace de l'ancienne Montre projettée, dans les nouvelles qui ont été exécutées; j'aurai occasion, dans le cours de ce Mémoire, d'étendre ces preuves, & de démontrer la différence entiere dans toutes les parties qui constituent une Montre Marine. Si M. L. R. eût voulu mettre en exécution le Projet de 1754; si ses Montres Marines actuelles étoient fondées sur les propriétés d'un *Remontoir*, d'un *Ressort droit réglant*, d'un *Régulateur à lentille*, d'un *Echappement à roue de Rencontre*, &c. je ne ferois pas dans le cas de lui faire une réponse.

III. ÉPOQUE.

Antériorité d'Epreuve.

Il me reste à prouver que la premiere Horloge à Longitudes qui ait été éprouvée en France, est ma Montre Marine N°. 3.

M. L. R. s'est persuadé qu'il pourroit en imposer au Public en

(*a*) M. L. R. dit dans son *Précis*, page 12 : » Je ne parlerai point des treize Hor- » loges Marines que M. B. a inventées & » qui composent ce Volume (*le Traité des* » *Horloges Marines*); *plusieurs n'ont existé* » *que dans son imagination* ». Il est vrai que des *treize* Horloges décrites dans mon *Traité*, il n'y en a que *onze* qui soient exécutées.

en disant (page 7 du Précis) que l'*expédition aussi glorieuse que mémorable de M. le Marquis de Courtanvaux sur la Frégate l'Aurore, armée à ses frais en 1767, prouvera à jamais, d'une maniere irréfragable, que M. L. R. est le premier en France qui ait porté les Montres Marines au degré de justesse desiré.*

J'admire avec tout le monde le zèle éclairé de M. le Marquis de Courtanvaux; mais je me réserve de prouver que, dans cette premiere Epreuve, & même dans la seconde qui s'est faite en 1768, les Montres de M. L. R. n'étoient pas encore portées au degré de justesse desiré: mais il ne s'agit ici que de l'ancienneté des Epreuves. L'Auteur du *Précis* me paroît avoir eu une distraction un peu forte: il rapporte bien la premiere Epreuve de sa Montre faite en 1767; mais il ne fait aucune mention de la premiere Epreuve de ma Montre Marine N°. 3, faite en 1764. Cependant au mois de Septembre 1764, S. M. fit armer exprès au Port de *Brest*, la Corvette l'*Hirondelle*, dont elle donna le commandement à M. *le Chevalier de Goimpy*: M. *Duhamel du Monceau*, & M. l'Abbé *Chappe*, de l'Académie des Sciences, furent nommés par le Roi, pour faire sur ce Bâtiment, conjointement avec M. de *Goimpy*, l'épreuve de ma Montre Marine N°. 3: cette épreuve fut faite, & M. l'Abbé *Chappe* en rendit compte à l'Académie dans l'Assemblée publique du 14 Novembre 1764. Il est vrai que ce Rapport n'a point été imprimé dans les Mémoires de l'Académie: M. L. R. pourroit savoir pourquoi il ne l'a pas été: pour moi, je l'ignore, & veux l'ignorer toujours. Cette même Montre N°. 3, a servi depuis à M. l'Abbé *Chappe*, dans son *Voyage en Californie*, & a donné les Longitudes à une très-grande précision après des traversées fort orageuses de 75 & de 37 jours: on peut s'en assurer en jettant les yeux sur la relation de ce Voyage (*a*).

(*a*) Voyez le *Voyage en Californie, &c.* A Paris chez Jombert 1772, *page* 101. Quoique le rédacteur du Voyage de M. l'Abbé *Chappe*, ait cru ne devoir pas dire que la Montre dont cet Astronome s'est servi dans son Voyage, étoit une de mes Horloges; il n'en est pas moins vrai que c'étoit ma Montre Marine N°. 3, la même qui avoit été éprouvée à Brest en 1764, comme il conste par le Certificat de M. l'Abbé *Chappe*. Voyez le *Traité des Horloges Marines*, page 545.

L'épreuve de la Montre Marine de M. L. R., faite en 1767, n'eſt donc pas la premiere épreuve qui ait été faite en France, d'une Machine propre à meſurer le temps en mer; je crois bien que M. L. R. voudroit qu'on oubliât la premiere épreuve de ma Montre Marine N°. 3, faite à Breſt en 1764; mais il ne peut pas faire que cette épreuve n'ait pas été faite.

On vient de voir combien peu M. L. R. eſt heureux dans les efforts qu'il fait pour aſſurer ſon uſurpation; arrêtons-nous un moment pour renverſer les appuis que d'autres ont voulu lui prêter.

L'Auteur du *Voyage fait par ordre du Roi en 1768, pour éprouver ſur l'Enjouée les Montres de M. L. R.*, s'exprime ainſi dans ſon *Avant-propos*, page ij (*a*). » *Le premier Voyage entrepris* » *en France pour la vérification des Montres Marines, eſt dû à M.* » *le Marquis de Courtanvaux, &c.* ». Le Paragraphe ſuivant contient ce qui ſuit: *Peu de temps auparavant, M. le Duc de Choiſeul avoit procuré à M. Berthoud la facilité de faire à Breſt différents eſſais de ſa Montre ſur la mer.*

Je ne ſuppoſerai pas que l'Auteur ait voulu laiſſer douter que j'euſſe fait uſage des facilités que le Miniſtere m'avoit procurées; mais en me contentant de faire appercevoir tout le louche de ces expreſſions, je ne dois pas négliger d'en relever ce qui peut concerner les dates & la validité de l'Epreuve. Que veut-il dire en s'exprimant ainſi: *faire, à Breſt, des eſſais d'une Montre ſur la mer?* Ne croiroit-on pas que ma Montre N°. 3, dont il veut parler, a été éprouvée dans la Rade de Breſt, ſur un bateau? Il faut convenir que c'eſt prendre une ſinguliere tournure pour donner à M. L. R. la *priorité d'Epreuve:* en effet, ſi l'on eut dit que ma Montre avoit été *éprouvée;* comme mon épreuve eſt antérieure à celle de M. L. R. on n'eut pas pu mettre la ſienne en premiere ligne. Mais je dois faire remarquer encore avec quel art les dates ſont rapprochées: ce ne fut, eſt-il dit, que *peu de temps auparavant* l'Epreuve de M. L. R. que M. Berthoud eut la facilité de faire à Breſt différents eſſais de ſa Montre ſur la mer: je conviens qu'en effet, entre l'Epreuve de ma

(*a*) Imprimé chez Charles-Antoine Jombert. *Paris*, 1770.

Montre, & la premiere Epreuve de la Montre de M. L. R., il ne s'est écoulé que *trois ans*, comme il ne s'étoit écoulé aussi que *trois ans* entre l'exécution terminée de ma premiere Horloge Marine & l'exécution de la premiere Montre de M. L. R.

EN résumant les différentes questions agitées dans ce premier Article, nous concluerons que, si l'ancienneté des recherches peut être un mérite, j'ai cet avantage sur M. L. R.; j'ai sur lui l'antériorité de *Projet*, l'antériorité d'*Exécution*, l'antériorité d'*Epreuve*.

ARTICLE SECOND.

Des prétentions mal fondées de M. L. R. concernant l'invention des différentes parties qui constituent une Horloge Marine.

QUAND on lit les Ouvrages de *Sully*, on voit que la rouille de l'envie s'étoit attachée à ses productions; mais elle ne put en ternir l'éclat, ni lui en ravir l'honneur. Je n'ai pas son génie; & j'éprouve un sort pareil: comme lui, on cherche à me dépouiller. J'ai bien moins à perdre que ce célèbre Artiste; mais je tâcherai de défendre avec la même modération, le peu que je possede, & qu'on veut me disputer. J'ai trouvé tant de conformité entre sa position & la mienne, un accord si parfait entre sa maniere de penser & celle que j'ai toujours eue, sur ce qu'on appelle la *gloire de l'invention*, que je ne saurois mieux faire que de remettre sous les yeux du Public les réflexions qu'il avoit mises à la tête de l'*Eclaircissement sur ce qui regarde l'invention de sa Pendule à levier*, ou son Horloge Marine; *& sur les jugements qui en avoient été portés* (*Descript. abr. d'une Horl. &c. Paris*, *chez* Briasson, 1726, *pag.* 254).

» Les hommes (c'est Sully qui parle) les hommes ne créent » rien; ils amassent des idées par l'usage des sens & de leur » esprit: il n'y a d'eux, dans leurs ouvrages, que l'arrange» ment qu'ils savent y mettre; & cet arrangement, lorsqu'il est » particulier & distingué de tout autre, s'appelle *Invention*.

» L'invention consiste à savoir également choisir, rejetter; » combiner, séparer, édifier & détruire; elle n'a de mérite » que par rapport à la sagacité ou à l'adresse que l'invention » demande, & que l'Auteur fait paroître.

» Une certaine aptitude, qui sert de base à tous les talents, » est constamment un présent de la Nature; il n'y entre de la » part de celui qui les possede, tout au plus que la maniere » d'employer ces talents, de les cultiver, de les faire valoir; » peut-être encore, de cette maniere, il n'y a que très-peu » du nôtre : l'amour-propre grossit les objets; mais s'il en reste » assez pour exciter les hommes à bien faire, il en reste trop » peu pour leur inspirer de la vanité.

» Sur ces principes, il n'y a rien dont les hommes puissent » légitimement tirer vanité : il s'ensuit qu'on devroit être assez » indifférent sur la propriété de ces biens qu'on appelle d'*In-* » *vention*, biens très-sujets à l'usurpation, qu'on ne possede » jamais sans exciter l'envie, & qu'on ne peut guere conserver » sans de bons titres. Cependant on ne voit guere de cette indif- » férence philosophique, lorsqu'il est question de disputer ses » titres à ceux qui les ont ravis, ou de les défendre contre tout » ce qui tend à dépouiller le légitime possesseur. Quelquefois » l'intérêt qu'on a d'être reconnu pour l'Inventeur des choses » utiles, se trouve joint à l'honneur de l'être : cette circonstance » fait changer la chose de nature : c'est alors un trésor qu'on » trouve en fouillant sur ses terres; & il est permis de repousser » ceux qui viennent nous l'enlever.

» Tous les honnêtes gens conviennent que le caractere de » *Plagiaire*, même des morts, est très-méprisable; & que de » vouloir s'emparer des fruits du génie & des veilles de ses » Contemporains, est insolent & odieux : comme je suis en- » nemi de ces indignes pratiques, & que je serois très-mortifié » d'en être seulement soupçonné; je prend la liberté de décla- » rer que je ne veux prendre le bien de personne, ni me parer » des plumes d'autrui; que je conserverai de mon mieux ce qui » me reste du mien, & ce qui pourra m'écheoir à l'avenir; & » que je reprendrai ce qui m'appartient par-tout où je le » trouverai.

» Ce n'eſt pas que je ſois ſi avide du nom d'*Inventeur :* je » n'en fais cas, qu'autant que la choſe inventée eſt de quelque » utilité ; & pour ne m'y point tromper, j'expoſe mes idées aux » Savans pour qu'ils me jugent. Et s'il m'arrive de vouloir re- » prendre quelque choſe de cette eſpèce qu'on m'auroit déja » enlevé, je produirai de ſi bons titres, & je m'y prendrai aſſez » honnêtement, pour que les perſonnes que j'oblige à reſtitution » ne trouvent rien à redire à ma maniere d'agir. «

Tels étoient les ſentimens de Sully ; tels ſont les miens : c'eſt dans cet eſprit que je vais examiner les prétentions de M. L. R. concernant l'Invention des différentes parties qui conſtituent une Machine propre à meſurer & à garder le Temps en mer. Je diviſerai cet Article en deux Sections : dans la premiere, je prouverai que je n'ai pas pu copier M. L. R. : dans la ſeconde, je prouverai qu'il a pu me copier, & qu'il m'a copié.

SECTION PREMIERE.

Je n'ai pas pu copier M. L. R.

ON n'a pas pu copier, quand on a produit un Ouvrage antérieur de pluſieurs années à l'Ouvrage prétendu copié.

On n'a pas pu copier ce qu'on n'a pas pu connoître.

Une de ces deux propoſitions prouvées ſerviroit ſans doute pour prouver l'autre ; mais je ne crains pas de fournir une ſurabondance de preuves particulieres, dont chacune priſe ſéparément ſuffiroit ſeule pour démontrer que je n'ai pas pu être le Copiſte de M. L. R.

Mon Horloge Marine N°. 1, étoit exécutée *dès le commencement de l'année* 1761, comme on l'a vu dans le Rapport de l'Académie des Sciences (ci-devant *page* 20) : les principes ſur leſquels cette Machine eſt établie, les expériences qui ont ſervi à prouver les principes, les plans généraux, les développemens de toutes les parties, &c. ont été donnés dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie*, qui a été publié au *commencement*

de 1763, & qui étoit à la Censure *depuis 1761*, comme on peut le voir par l'Approbation du Censeur, & par le Rapport même de l'Académie que j'ai déja cité : j'ai donné encore dans le même Ouvrage, la description & les plans de deux autres Horloges Marines que je me proposois d'exécuter (*a*) : ce n'est que *le 7 Décembre 1763*, que M. L. R. présenta une Montre Marine à l'Académie ; ce n'est qu'*en 1768*, qu'il en a parlé au Public, pour la premiere fois, dans son *Exposé succinct* ; ce n'est qu'*en 1770*, qu'il nous en a donné la description dans son Mémoire sur la *Mesure du Temps en mer* : donc si je prouve que mon Horloge N°. 8, (pour ne pas parler des autres) est la même, quant aux principes & à la disposition des principales parties, que mon Horloge N°. 1, exécutée en 1761, ou que les deux autres Horloges Marines dont les plans étoient pareillement faits en 1761, & connus en 1763 ; j'aurai prouvé que les principes & la disposition des parties de mon Horloge N°. 8, étoient arrêtés & même publiés *onze mois* avant que M. L. R. eût présenté sa premiere Montre, *cinq ans* avant qu'il en eut parlé au Public, & *sept ans* avant qu'il en eut publié la description ; j'aurai prouvé que je n'ai pas pu copier M. L. R. puisque les Ouvrages où il est question de ses Montres sont postérieurs de plusieurs années à la publication de mes premieres Horloges Marines (*b*).

L'Horloge N°. 8, quant aux principes & aux dispositions des parties constitutives, ne differe pas de l'Horloge N°. 1, ou des deux autres décrites & publiées en 1763, dans mon *Essai*.

Or il m'est facile de prouver la conformité des principes, &c. entre mon Horloge actuelle N°. 8, & ma premiere Horloge N°. 1, ou les deux autres décrites & publiées en 1763 dans mon *Essai* ; & il est si vrai que ces principes n'ont pas varié, que ceux que j'ai donnés, en 1773, dans mon *Traité des Horloges Marines* sont extraits de mon *Essai sur l'Horlogerie*, comme

(*a*) *Voyez* les Chap. XLIV. N°. 2210 *& suiv.* N°. 2242. Planches XXXIV & XXXV, de *l'Essai sur l'Horlogerie*.

(*b*) M. L. R. dit qu'en 1766, il fit voir sa Montre au Roi & à toute la Cour à Bellevue ; on ne croira pas sans doute qu'aucun des Seigneurs qui l'ont examinée ait pu me rendre compte des principes cachés & du mécanisme de cette Montre ; mais quand on voudroit le supposer, il faudra toujours convenir que la publication de mon Horloge N°. 1, & des deux autres de mon *Essai*, desquelles le N°. 8, ne differe pas, avoit été faite trois ans avant que M. L. R. fit voir sa Montre à Bellevue.

j'ai eu soin d'en avertir dans mon *Traité*. Il est nécessaire d'entrer dans quelques détails.

Premier principe servant à établir la nature du meilleur *Régulateur*.

Je n'ai jamais varié dans les principes.

Sans la résistance de l'air & des frottemens, un Régulateur quelconque, étant une fois mis en mouvement, s'y conserveroit éternellement.

Essai N°. 1533, 1534, 1820 & 1821. *Traité des Horloges Marines* N°. 72, & ci-après, pièces justicatives N°. 1.

Une suite de ce principe, & qui est elle-même un principe fondamental pour une Machine qui mesure le Temps, c'est que le Régulateur (*Pendule* dans une Horloge Astronomique, *Balancier* dans une Horloge Marine) étant mis en mouvement, il soit disposé pour conserver ce mouvement le plus longtemps possible, sans qu'aucun agent extérieur le lui restitue. (*Essai* N°. 1820, 1821. *Traité des Horloges Marines* N°. 73. *Pièces justificatives* N°. 2.

Pour procurer au Régulateur de mes Horloges cette propriété qui est la base de la juste mesure du Temps, j'ai prouvé qu'il faut que le Régulateur (soit d'une Horloge Astronomique, soit d'une Horloge Marine) ait *la plus grande force de mouvement*, & *que ses frottemens soient réduits à la plus petite quantité possible*; que, pour cet effet, il faut que le *Balancier*, dans une Horloge Marine, *soit d'un grand diametre* (Essai N°. 1825 & 2095, Traité des Horloges Marines N°. 89, 358. *Piec. justif.* 8, 26; *qu'il fasse des vibrations lentes* (Essai N°. 2120, 1825, Traité des Horloges 383, 90, *Piec. justif.* 51, 8) *que le Balancier soit pesant* (Essai 2094, Traité des Horloges Marines 123, *Piec. justif.* 25).

Pour réduire les frottemens du Balancier à la plus petite quantité, j'ai montré qu'il falloit que sa pesanteur fût *supportée par un ressort* (Essai 2095, 2100, Traité des Horloges 124, *Piec. just.* 26, 31.

Pour que les agitations du Vaisseau puissent moins troubler les oscillations du Régulateur, j'ai prouvé qu'il falloit que le Balancier fût *horizontal*. (Essai 2099, Traité des Horloges Marines 103, *Piec. just.* 30.)

J'ai fait voir que le *Reſſort Spiral* étoit le ſeul agent propre à tenir lieu dans le Balancier, de la propriété de la peſanteur, laquelle dans le Pendule produit les oſcillations (Eſſai 2096, Traité des Horloges Marines 28 & 359, *Piec. juſtif.* 27); j'ai indiqué les *qualités que doit avoir le Reſſort Spiral*, pour qu'il ait la plus grand élaſticité & qu'il la conſerve. (Eſſai 1818, 2105, 2107, 2108, 2109, 2168, Traité des Horloges Marines 161, 162, 1297, 1298. *Piec. juſtif.* 36, 38, 39, 40, &c.

Je me contente de donner cette indication très-ſuccincte des principes du Régulateur : on peut en voir les détails dans mes Ouvrages, aux Articles cités: je vais donner de même un apperçu des moyens que j'ai employés pour parvenir à l'*iſocroniſme des vibrations*, dans l'Horloge N°. 1. 1°. Pour corriger les inégalités de la force motrice, les réſiſtances des huiles épaiſſies, &c. j'ai propoſé un échappement iſochrone (Eſſai 2116, 2180. *Traité des Horl.* 379, 435, *Piec. juſtif.* 47). 2°. Pour empêcher l'inégalité des arcs de vibration, cauſée par les agitations du Vaiſſeau, j'ai employé deux Balanciers (Eſſai 2097. *Traité des Horl.* 360, *Piec. juſtif.* 28) : par ces deux moyens, les oſcillations du Régulateur conſervoient leur iſochroniſme dans tous les cas.

Dans le même *Eſſai ſur l'Horlogerie*, (Chap. XLIV, ſeconde Partie,) j'ai donné la deſcription de deux Horloges, dans leſquelles j'emploie un *Poids* pour force motrice; j'y détaille les raiſons qui me font donner la préférence au poids ſur le Reſſort: par ce moyen, le Balancier décrira toujours ſenſiblement des arcs de même étendue, & par conſéquent de même durée; j'ai fait uſage du poids dans mon Horloge N°. 8, Traité des Horloges Marines 306, *Eſſai* 2211, *Piec. juſtif.* 60, 61.

J'ai prouvé que la juſteſſe d'une Horloge dépend de la grande différence qu'on établit entre la force de mouvement propre du Régulateur, & celle qui lui eſt tranſmiſe par la force motrice (Eſſai 2090, 2113, 1539. Traité des Horloges Marines 320. *Piec. juſtif.* 22, 44.

J'ai fait voir que, pour *diminuer les frottemens du Rouage*; il falloit que les roues fuſſent placées horizontalement, & que les

les bouts des pivots roulassent sur des coquerets d'acier ; & que, pour réduire encore mieux les frottemens, il falloit répartir également sur chaque pivot la pression qui se fait sur les pignons (Essai 2119, 941, 2299. Traité des Horloges Marines 299, 382, Pièc. justif. 50.)

Pour *corriger les effets de la chaleur & du froid* sur le Régulateur de l'Horloge, j'ai proposé & employé un *méchanisme de compensation*, dont l'effet est tel qu'à mesure que la chaleur dilate le Balancier, & affoiblit le Ressort Spiral, & que par conséquent l'Horloge retarde, la même chaleur agit sur le méchanisme de compensation, &, en raccourcissant le Spiral, accélére les vibrations, de toute la quantité dont elles doivent être retardées par la chaleur (Essai 2096, 2121. Traité des Horloges Marines 262, 263, 264, Pièc. justif. 52.)

Enfin, pour empêcher que les agitations du Vaisseau ne changent la position horizontale de l'Horloge, la seule qu'elle doive avoir, j'ai proposé la *suspension* de *Cardan* perfectionnée, & disposée de maniere que les Horloges ne soient jamais dans le cas d'osciller : à quoi je suis parvenu en ménageant des frottemens doux & à ressort sur les pivots de la suspension, &c. (Essai 2098, 2101, & autres. Traité des Horloges Marines N°. 324, Pièc. justif. 29, 32, &c.)

Telle est en raccourci, la Théorie sur laquelle j'ai établi ma premiere Horloge, ainsi que les dernieres que j'ai exécutées : je ne me suis jamais écarté de ces principes. Je n'ai pu les indiquer ici que très-imparfaitement : il eut fallu, pour se former une juste idée de ma théorie, rapporter les principes sur lesquels j'ai établi, dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, la justesse des Horloges Astronomiques ; puisque j'ai dirigé mes recherches sur les Horloges Marines, d'après les principes qui constituent la régularité des premieres. (Voyez Essai 2080 : Trait. des Horl. 73, 343, Pièc. justif. 12.) Il eut fallu y joindre toute la théorie que j'avois établie sur le Balancier, celle des frottemens, celle des résistances des huiles, &c. toutes confirmées par un grand nombre d'expériences ; en un mot, il eut fallu transcrire en entier le second volume de mon *Essai*. Je me contenterai de joindre à ces

Eclairciſſements, en forme d'Appendice, quelques extraits de mon *Eſſai*, en indiquant les Articles correſpondans dans mon *Traité des Horloges Marines* : tout Lecteur impartial reconnoîtra la parfaite conformité de principes entre mon Horloge N°. 1, exécutée avant 1761, & toutes celles que j'ai conſtruites depuis cette époque ; j'oſe croire auſſi que l'on conviendra, qu'avec des pareils ſecours, je n'ai eu beſoin de copier perſonne, pour parvenir à conſtruire des Horloges Marines.

Je n'ai jamais varié dans la diſpoſition des parties conſtitutives d'une Horloge Marine.

Mais ce n'eſt pas aſſez d'avoir prouvé que je n'ai pas varié ſur les principes d'après leſquels j'ai toujours penſé que devoient être conſtruites des Machines propres à garder le Temps en mer ; je vais prouver encore que la diſpoſition même des parties conſtitutives de mes Horloges Marines n'a jamais varié, & que l'Horloge N°. 8, exécutée en 1768, ne differe pas, à cet égard, de l'Horloge N°. 1, exécutée en 1760, ou des deux autres dont j'avois publié la deſcription & les deſſins ; dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie*, au commencement de Janvier 1763. Les plans de ces Machines ſont ſous les yeux du Public : nous allons les comparer.

Une Horloge Marine eſt une Machine compoſée de diverſes parties, dont la réunion forme un ſyſtême de corps : lorſque chaque partie conſtitutive, priſe ſéparément, a été portée au degré de perfection dont elle eſt ſuſceptible ; il eſt abſolument néceſſaire de faire régner entre toutes les parties une correſpondance continue, une harmonie qui peut ſeule procurer la juſteſſe qu'on exige dans des Machines propres à garder le Temps en mer ; & l'on ſe tromperoit étrangement, ſi l'on pouvoit penſer qu'aucune de ces parties iſolées ſoit capable de donner elle ſeule la juſteſſe requiſe, excluſivement à toutes les autres parties : ce n'eſt ni par l'échappement pris ſéparément, de quelque nature qu'il puiſſe être, ni par une propriété quelconque du Reſſort Spiral, &c. qu'on peut parvenir à donner à une Horloge Marine, la perfection qu'exige ſon uſage : il faut, ſi je puis le dire, que toutes les parties s'identifient, pour ne former qu'un tout homogene & invariable.

Du Régulateur.

Mais ſi, dans le nombre des parties conſtitutives qui compoſent le ſyſtême d'une Horloge Marine, il en eſt quelqu'une

qui influe plus particuliérement sur la justesse de l'Horloge ; c'est sans contredit le Régulateur : c'est une vérité sur laquelle j'ai insisté dans tous mes Ouvrages, & qui est reconnue aujourd'hui de tous les Savans & de tous les Artistes. Or cette partie si essentielle ne differe en rien dans mon Horloge N°. 8, de ce qu'elle étoit dans les Horloges dont j'ai donné la description dans mon *Essai*.

1°. Le Régulateur du N°. 8, est formé d'*un seul Balancier pesant, horizontal, & suspendu par un Ressort*, faisant une vibration par seconde (Taité des Horloges Marines Planche XVIII); il est donc parfaitement de même *genre* que ceux de mon Horloge N°. 1 ; mais il n'est pas d'un aussi grand volume ; parce que je reconnus aussi-tôt après que mon N°. 1 fût exécuté, que ses Balanciers pouvoient être réduits, & qu'on pouvoit n'en employer qu'un seul. (On peut voir sur cet article mon *Essai sur l'Horlogerie* N°. 2223). Le Balancier de l'Horloge N°. 8, est conforme, pour ses dimensions, sa disposition, &c. à celui des deux Horloges qui sont projetées & décrites dans mon *Essai* (Chap. XLIV, pages 286 & 297, &c. de la deuxieme Partie.)

2°. Si je n'avois pas employé les rouleaux de *Sully*, dans mon Horloge N°. 1, ce n'est pas que je n'en connusse l'application, puisque j'en avois fait usage pour la Machine qui a servi à mes expériences sur les vibrations du Balancier (voyez N°. 512, de l'*Essai*, & la Planche XVIII); mais je voulus éviter le travail de douze rouleaux qui étoient nécessaires pour les deux Balanciers que j'employois dans cette Horloge. On peut voir dans le Mémoire que je déposai à l'Académie le 29 Août 1764, que dès 1763, j'avois fait usage des rouleaux dans mes Horloges Marines N°. 2 & N°. 3. Voici ce que j'en disois dans ce Mémoire paraphé par le Secrétaire de l'Académie, dont j'ai donné une copie dans mon *Traité des Horloges Marines*, page 529 : *je pensai dès lors à revenir à un moyen que j'avois tenté, il y a plus de dix ans* (en 1754) ; *c'étoit de faire rouler mes Balanciers entre des rouleaux*, &c. & en parlant de ma Montre Marine N°. 3, il est dit pareillement (page 532, du Traité des Horloges Marines) : *appuyé sur les expériences que m'avoient*

Des Rouleaux

fourni la Machine décrite dans mon Essai (Planche XVIII , Figures 13 & 14) *je fis rouler sur six rouleaux l'axe de Balancier qui sert de Pivots.* On voit donc que je connoissois l'usage des rouleaux depuis 1754 , & que je les avois employés dans mon Horloge N°. 2 , & dans ma Montre Marine N°. 3 , qui fut éprouvée en 1764 , & qui étoit exécutée en 1763. Je n'ai donc pu en prendre l'idée de M. L. R. qui n'a présenté sa Montre au Roi , qu'en 1766 ; n'en a parlé qu'en 1768 ; n'en a donné la description qu'en 1770.

Du Moteur. Le *Moteur* de l'Horloge N°. 8 , est un *Poids*, disposé comme celui des Horloges qui sont décrites dans mon *Essai sur l'Horlogerie* (Chapitre XLIV , seconde Partie N°. 2217 , 2235 & suiv. Planches XXXIV & XXXV.) Je ne puis me dispenser de relever ici un manque d'exactitude de M. L. R., qui voudroit attribuer à *Huyghens* le premier emploi du *poids* comme Moteur d'une Horloge Marine (page 30 du *Précis.*) M. *Huyghens*, comme on peut le voir dans son Ouvrage , *de Horologio oscillatorio* , avoit employé pour Moteur *un grand Ressort* qui remontoit un petit poids à chaque demi-minute : son Horloge étoit donc *à Remontoir* : le petit poids étoit remonté par le grand Ressort : le Ressort étoit donc le Moteur primitif de l'Horloge ; M. *Gourdain* a depuis imité ce remontoir de *Huyghens* (voyez la Regle artificielle du Temps , *page* 414 *& suiv.*) Or je n'ai point employé de Remontoir dans les Horloges de mon *Essai* ni dans mon Horloge N°. 8 ; le poids est l'unique Moteur de ces Machines , comme dans les Horloges Astronomiques : je suis le premier qui aie osé le tenter dans les Horloges Marines ; & le succès a pleinement répondu à mon attente. M. L. R. cite encore un de ses concurrens qui , depuis M. *Huyghens* , a fait usage du même moyen ; mais la premiere Horloge du concurrent de M. L. R. n'a été présentée & essayée , qu'en 1771 : tandis que mes Horloges N°. 8 , & N°. 6 , qui sont à poids , on été éprouvées à la mer , en 1768 ; & que , des 1763 , j'avois publié dans mon *Essai* tout le méchanisme du *poids* qu'on pouvoit employer pour Moteur d'un Horloge Marine. Mais tout ce que M. L. R. n'ose tenter de s'approprier , il voudroit au moins m'en dépouiller , me

ravir l'honneur de l'invention, ou faire croire que cette invention m'est commune avec un autre Artiste, quoique celui-ci n'ait produit son Ouvrage que huit ans après la publication des miens.

De l'Echappement.

L'Echappement de l'Horloge N°. 8, (*Traité des Horloges Marines* N°. 831,) est exactement de la même construction que celui de l'Horloge N°. 1. (*Essai* N°. 2162 *& suiv.*) à cette seule différence près qu'au lieu du *Rouleau* qui, dans l'Horloge N°. 1, communique au Balancier l'impulsion du Moteur, dans l'Horloge N°. 8 c'est un *Rateau* qui engrene dans un pignon porté par l'axe du Balancier : cette disposition devenoit nécessaire dans l'Horloge N°. 8, parce que son Balancier décrit des arcs de 240 degrés, tandis que ces arcs ne sont que de 20 ou 30 degrés dans l'Horloge N°. 1. Cette différence même, du *Rateau* substitué au *Rouleau*, est présentée dans mon *Essai* N°. 1932, (& ci-après Pièces justif. N°. 80.) Enfin une perfection que j'ai cru devoir ajouter à l'échappement de l'Horloge N°. 8, c'est qu'au lieu de faire les palettes de l'Ancre en *Acier*, comme dans l'Horloge N°. 1, je les ai faites en *Rubis* : & en cela je n'ai point cherché, comme le prétend M. L. R., à imiter l'échappement de M. *Harrison*. L'usage des Rubis ou autres pierres dures en échappement, est connu en France depuis long-temps; & si l'on n'en a pas fait plus d'usage, on ne peut l'attribuer qu'à la difficulté du travail que j'ai su vaincre. Il y a 73 ans que pour la premiere fois, on employa des pierres dures à cet usage : M. *Sully* (page 248, de la Regle artificielle du Temps) parle d'une Montre dont *les palettes du Balancier étoient formées d'un Diamant* : cette Montre avoit été faite en 1700, par M. *de Beauffre*, Horloger François. *Sully* a fait usage de cet échappement (qu'il a perfectionné) dans sa Pendule à Levier, ou Horloge Marine (*a*). M. *Facio*, Genevois, inventa dans le même-temps (en 1700) la maniere de *percer les Rubis* & en fit usage pour les Montres (*b*) : M. *Sully* & M. *Harrison*, ont

(*a*) *Voyez* la Description abrégée de sa Pendule à Levier, &c.

(*b*) *Voyez* la Regle artificielle du Temps, &c. *page* 247.

donc imité M. *de Beauffre*, dans l'emploi des pierres dures, & j'ai cru que j'avois le même droit d'en faire usage; mais l'application que M. *Harrison* & moi nous en avons faite est absolument différente. Mon échappement est *à Repos*, & d'une construction particuliere qui m'est propre : les palettes sont formées avec des Rubis : l'échappement n'agit pas immédiatement sur le Balancier; il y communique par un rateau. L'échappement de M. *Harrison*, est au contraire à *Roue de rencontre*, & par conséquent *à Recul ;* mais le recul y est ménagé de maniere que le dos des palettes porte une courbe rentrante, propre à retarder les grandes vibrations, que M. *Harrison* à reconnues être plus promptes que les petites. Nos deux échappemens different donc essentiellement, autant qu'un échappement *à Repos* differe d'un échappement *à Recul*. Quant à l'emploi que nous avons fait l'un & l'autre des pierres dures, nous avons usé en cela du droit qu'a tout Artiste de faire usage d'une chose publique, quand elle peut contribuer à la perfection de son ouvrage.

Du Méchanisme de compensation.

Le *Méchanisme de compensation* de mon Horloge N°. 8; (*Traité des Horloges Marines* N°. 870,) est parfaitement conforme à celui que j'avois employé dans l'Horloge N°. 1, (*Essai* N°. 2145,) & à celui des autres Horloges Marines décrites dans mon *Essai*. M. L. R. en parlant de ce Méchanisme, dit que j'ai employé *le Gril de M. Harrison*. 1°. M. *Harrison* n'a point fait usage du gril dans sa Montre Marine. 2°. Le Chassis de compensation que j'ai imaginé & que j'avois employé dans mon Horloge N°. 1, exécutée en 1760, ainsi que mon Pendule composé pour les Horloges Astronomiques décrit dans mon *Essai*, sont différens du gril de M. *Harrison*. 3°. Quand même ils se ressembleroient, je n'aurois pas pu copier l'Artiste Anglois, puisqu'il est certain que lorsque j'inventai, il y a environ vingt ans, ces deux parties essentielles d'une Horloge Astronomique & d'une Horloge Marine, je ne connoissois ni le nom ni les Horloges de M. *Harrison*. Je ne puis me dispenser de rapporter la déclaration que je faisois, avant mon premier voyage à Londres, dans l'Introduction de mon *Essai sur l'Horlogerie* (*voyez* le plan de l'Ouvrage à la Note de la

page xxij.) » Mon Horloge Marine (N°. 1,) étoit déja exécutée, » disois-je, lorsque j'ai appris qu'un Horloger de Londres tra- » vailloit depuis long-temps sur le même objet. J'ignore par » quelle voie il a tenté cette recherche; pour moi, je n'ai » suivi dans tous mes travaux qu'une impulsion naturelle. Je » puis m'être rencontré avec d'autres Artistes; mais je n'ai ja- » mais cherché à copier qui que ce soit pour m'attribuer l'hon- » neur de ses inventions, &c. ». Pour revenir à mon Méchanisme de compensation, tel que je l'avois employé, soit dans mes Horloges Astronomiques, soit dans mes Horloges Marines, j'avois fait mes Chassis composés tels qu'ils sont représentés dans mon *Essai sur l'Horlogerie* (Planche XXVIII, Figure 1, Planches XXX, XXXI & XXXIV,) c'est-à-dire, formés par des *barres quarrées* qui formoient elles-mêmes plusieurs chassis particuliers *d'une seule pièce*; au lieu que depuis mon voyage en Angleterre, au mois d'Avril 1763, j'ai formé ces chassis de *Pièces de rapport*, ou *tringles rondes* liées entr'elles par des traverses, ainsi qu'on le pratique en Angleterre: mais, en composant ainsi chaque chassis particulier de plusieurs pièces, je n'ai point prétendu y ajouter une perfection; je suis même fort éloigné de préférer la méthode Angloise à celle que j'avois imaginée, & qui me paroît plus satisfaisante dans la théorie; mais, dans la pratique, les chassis de plusieurs pièces sont d'une exécution plus expéditive & moins dispendieuse; & cette seule raison m'a décidé dans la suite à leur donner la préférence sur les chassis d'une seule pièce. Au reste, leur effet est absolument le même; & je n'ai pas moins, ainsi que M. *Harrison*, le mérite d'avoir créé le Pendule composé de mes Horloges Astronomiques, & le chassis ou Méchanisme de compensation de mes Horloges Marines.

La disposition du *Rouage* est la même dans mon Horloge N°. 8, qu'elle étoit dans l'Horloge N°. 1: dans l'une & dans l'autre, les roues sont horizontales; dans l'une & dans l'autre, les pivots de la roue d'échappement & du rateau roulent sur des coquerets d'acier. Je ne parle pas du reste du rouage: tous les Artistes savent que la disposition en est indifférente, qu'il est égal que les secondes soient excentriques comme dans Du Rouage.

l'Horloge N°. 1, ou concentriques comme elle le font dans le N°. 8.

De la Suspension. Enfin, la *Suspension* de l'Horloge N°. 8, (*Traité des Horloges Marines* N°. 844,) est la même que celle du N°. 1, (*Essai* N°. 2154;) c'est la suspension de *Cardan*, que tout le monde connoît, qu'on emploie pour les Boussoles de mer, &c; mais qui, dans mes Horloges, a été perfectionnée, non-seulement dans les principes, comme je l'ai dit, mais encore dans les détails, & par les soins de l'exécution.

Premiere Conclusion. J'ai prouvé, sans réplique, que les principes, ou la théorie, sur lesquels a été construite mon *Horloge* N°. 8, sont les mêmes que j'avois employés dans la construction de mon *Horloge* N°. 1, ou dans celle des autres Horloges décrites dans mon *Essai sur l'Horlogerie;* j'ai prouvé de même que le *Régulateur* & toutes les parties qui le composent, le *Moteur*, *l'Echappement*, le *Méchanisme de compensation*, le *Rouage* & *la Suspension* de l'Horloge N°. 8, sont les mêmes que ceux des Horloges décrites dans mon *Essai*: or, mon *Essai sur l'Horlogerie*, qui contient tous les principes, toutes les dispositions des parties, les descriptions, les dessins, &c. étoit public *depuis le commencement de Janvier de l'année* 1763; l'exécution même de mon Horloge N°. 1, étoit terminée depuis le commencement de 1761, comme il conste par le Certificat de l'Académie: donc je n'ai pas pu copier la Montre Marine de M. L. R. qui n'a été présentée à l'Académie que *le* 7 *Décembre* 1763, c'est-à-dire, *onze mois* après la publication de mon *Essai sur l'Horlogerie*, & *trois ans* après que mon Horloge N°. 1, eut été terminée.

Je n'ai pas pu connoître la Montre de M. L. R. quand j'exécutai mon Horloge N°. 8. Mais je vais plus loin: je suppose que je n'eusse pas publié, au commencement de 1763, les principes, les descriptions & les dessins de mon Horloge N°. 1, & des deux autres Horloges Marines qui sont décrites dans mon *Essai sur l'Horlogerie*; je suppose que mes Horloges N°. 2 & N°. 3, n'eussent pas été exécutées dès 1763, & la derniere éprouvée en mer en 1764; je n'en prouverois pas moins aussi évidemment que je l'ai fait, qu'en exécutant mon Horloge N°. 8, je n'ai pu avoir aucune connoissance

connoissance de la Montre de M. L. R., dont il ne nous a parlé pour la premiere fois, qu'en 1768, dans son *Exposé succinct*. En voici la preuve.

Le 10 Février 1768, je déposai à l'Académie des Sciences la description de cette Horloge N°. 8 : le Mémoire qui contient cette description, a été paraphé par le Secrétaire de l'Académie, & se trouve dans mon *Traité des Horloges Marines*, page 546 : on peut y voir que l'exécution de l'Horloge est conforme à la description que j'en avois donnée. Or ce n'est que depuis le mois de Février 1768, que M. L. R. a publié son *Exposé succinct*, dans lequel il a fait imprimer le Projet de Montre Marine, qu'il avoit déposé à l'Académie en 1754 ; c'est dans ce même *Exposé succinct* qu'il parle pour la premiere fois de sa nouvelle Montre Marine. Je n'ai donc pu ni copier son Projet de 1754, (si toutefois on pouvoit être tenté de le copier,) ni faire usage de ce qu'il nous a dit alors concernant sa nouvelle Montre ; puisque la description de mon Horloge étoit déposée avant qu'il publiât son Projet, avant qu'il parlât de sa Montre, & que d'ailleurs l'exécution de mon Horloge est conforme à la description que j'avois déposée.

Mais quand même le hasard n'eût pas fait que j'eusse déposé la construction de mon Horloge avant la publication de l'*Exposé succinct* de M. L. R., que m'auroit appris cet Exposé ? L'Auteur y décrit d'abord le *Garde-temps* de M. *Harrison*, pour le critiquer, pour tâcher de s'établir sur ses ruines ; il nous apprend ensuite que la Montre de M. L. R. n'a *ni rubis ni diamants* (page 25 de l'*Exposé*) ; *qu'elle n'a point de Remontoir* ; que *le Rouage n'est composé que de quatre roues & leur pignon*, d'un *Barillet denté à sa circonférence*, & *d'une Roue de cadrature* (ibid.) ; que *la Fusée y est supprimée comme superflue & même désavantageuse* (ibid. page 28) ; que *le Balancier est porté par un fil de clavecin ;* enfin que *la justesse de la Machine est fondée sur la suppression des frottements dans le Balancier, l'isochronisme de ses vibrations & sa très-grande puissance* (ibid. page 26) ; & que l'Auteur *a eu le bonheur de trouver une propriété dans le ressort, au moyen de laquelle il parvient facilement au plus parfait isochronisme des vibrations* (ibid. p. 27.)

Voilà dans la plus grande exactitude, tout ce que M. L. R. nous a dit de la nouvelle Montre, en 1768, dans son *Exposé succinct* : le reste du Mémoire ne contient que beaucoup de critiques de la Montre de M. *Harrison*, & beaucoup d'éloges de la Montre de M. L. R. Que pouvoit donc m'apprendre l'*Exposé succinct ?* que M. L. R. fondoit la justesse de sa Montre sur la *suppression des frottements dans le Balancier, l'isochronisme de ses vibrations, & sa très-grande puissance*. Voilà des principes, j'en conviens; mais ils ne sont qu'énoncés : j'aurois sans doute cherché à les approfondir, à les employer, & je lui en aurois fait hommage, comme à l'Inventeur, si ces principes ne m'eussent été connus & familiers depuis plusieurs années. J'ose dire que M. L. R. n'a pas dû consumer beaucoup de veilles à les trouver : je les avois établis avant l'année 1760, puisque je les employai dans mon Horloge N°. 1 : M. L. R. les avoit sous les yeux depuis le commencement de Janvier 1763, tems où ils furent publiés dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, ainsi que le détail des expériences sans nombre qui appuyoient ma théorie, & tous les dessins de mon Horloge N°. 1, fondée sur ces mêmes principes. Ce n'est que le 7 Décembre 1763, c'est-à-dire, *onze mois après* la publication de ces principes, & de la construction de l'Horloge où je les avois employés, que M. L. R. présenta à l'Académie sa *premiere* Montre Marine. M. L. R. désignoit, à la vérité, quelques-uns des principes dans son Projet de 1754, (qui n'a été public qu'en 1768); mais je ferai voir que les moyens qu'il proposoit alors, & notamment tout ce qui regarde le Régulateur, cette partie fondamentale de toute Machine propre à mesurer le Temps, étoient directement contraires aux principes qu'il annonçoit, & qu'on ne trouvoit que dans l'énoncé des titres. Je ne crains pas d'avancer que je suis le premier qui ait solidement établi la théorie des Machines destinées à mesurer le Temps, soit à terre, soit à la mer : je puis en donner pour preuve un témoignage que les Savants, sans doute, ne récuseront pas, celui de M. *Daniel Bernoulli*, qui, après avoir enrichi toutes les parties des Sciences par ses profondes recherches, voulut, en 1747, s'occuper des moyens qui pouvoient perfec-

tionner les Machines propres à mesurer le Temps en mer (*a*). Voici ce que cet illustre Géometre me fit l'honneur de m'écrire de Bâle, le 4 Avril 1763, lorsqu'il eut reçu mon *Essai* sur l'Horlogerie. » *Je vous ai des obligations qui me sont communes » avec tous ceux qui s'intéressent à la perfection des Arts & des » Sciences : tous ceux qui liront votre Ouvrage, reconnoîtront le » fruit de vos travaux, de vos expériences & de vos lumieres. Ce » que votre modestie vous fait appeller* Essai, *est un Ouvrage com» plet qui subsistera tant qu'il y aura un Temps, & qu'on s'intéres» sera à sa mesure. Si j'avois eu un tel secours lorsque je travaillois » sur mon Mémoire du Prix de 1747, j'aurois pu aller bien plus » loin, & me déterminer avec beaucoup plus d'assurance, &c.* » On ne soupçonnera pas, sans doute, M. *Daniel Bernoulli*, de n'avoir pas eu connoissance des Auteurs qui auroient pu travailler avant moi sur la théorie des Horloges, sur la nature & la quantité des frottements, sur la force des ressorts, sur la puissance des Régulateurs, &c. &c ; & le suffrage d'un homme si célebre doit suffire, sans doute, pour fixer l'opinion des Lecteurs qui ne sont pas à portée d'approfondir la question, ou d'examiner ce qui a pu être fait sur cette matiere avant la publication de mon Ouvrage.

Je passe à une découverte dont M. L. R. paroît extrêmement jaloux, celle de l'*Isochronisme par une certaine longueur du ressort spiral*, qu'il avoit proposée en *énigme*, en 1768, dans son *Exposé succinct*, & qu'il n'a divulguée qu'en 1770, dans sa *Mesure du Temps en mer* (*b*) : il y tient avec d'autant plus de raison, qu'il est persuadé que de cette propriété du ressort, dépend particuliérement la régularité de sa Montre Marine. Je ne conteste point à M. L. R. qu'il n'ait découvert cette propriété du Ressort spiral, par laquelle *toutes les vibrations du Balancier* deviennent *isochrones :* mais je me plains, & à juste titre, qu'il veuille me disputer d'en avoir fait la découverte de mon côté, & qu'il ose m'accuser de n'être que son Copiste, il m'est bien facile de prouver que je ne pouvois l'être.

De l'Isochronisme par le ressort spiral.

(*a*) Voyez le Recueil des Prix de l'Académie, *Tome VI*, *page* 1 & *suiv.*

(*b*) Imprimée à la suite du Voyage fait en 1768 par M. Cassini fils, chez *Jombert* 1770.

J'avois annoncé dans mon *Essai* les expériences qui m'ont conduit à la découverte de l'*Isochronisme par le spiral*.

Les plaisanteries déplacées que M. L. R. s'est permises, & le ton railleur qu'il affecte en cette occasion, n'empêcheront pas qu'il ne soit très-vrai que, dans mon *Essai sur l'Horlogerie* (Tome 1, page 168), j'ai dit ce qui suit, en parlant de ma *Balance élastique* : » j'avois destiné cette machine pour faire des expériences » sur *la durée des vibrations grandes & petites d'un même Balancier* » *qui se meut librement* : pour cet effet, je faisois rouler la pointe » de l'axe sur une pierre fort dure ; & pour diminuer le frotte- » ment des pivots, ils rouloient chacun entre trois rouleaux. Je » devois observer le nombre de vibrations que faisoit le balancier » lorsqu'il se mouvoit horizontalement ou verticalement, la » vîtesse des vibrations selon la différence des températures ; » enfin elle devoit servir à mesurer *les différents degrés de force* « *d'un même Spiral, selon qu'il est plus ou moins tendu* ».

Pourquoi je n'en avois pas fait usage quand je publiai mon *Essai*.

Les expériences que j'indiquois sont désignées assez clairement pour qu'elles pussent aider les Artistes qui savent employer les matériaux qu'ils ont sous les yeux. *La durée des grands & des petits arcs de vibration du balancier* libre, *& les différents degrés de force d'un même Spiral, selon qu'il est plus ou moins tendu* : voilà l'origine de ma Théorie sur l'*Isochronisme des vibrations par le Spiral*. Je n'avois pas eu besoin d'employer ce moyen, lorsque j'écrivois la premiere partie de mon *Essai sur l'Horlogerie*, parce que, dans ma premiere Horloge Marine, les oscillations du Régulateur étoient nécessairement isochrones, par la construction de la Machine. 1°. Parce que l'échappement corrigeoit l'inégalité de durée des vibrations grandes & petites, celle qui peut résulter des changements de la force motrice, des variations de frottemens, de l'épaississement des huiles, &c. (*Essai*, N°. 2116). 2°. Parce que le Régulateur, étant composé de deux balanciers, les agitations du vaisseau ne pouvoient faire changer l'étendue des arcs de vibration (voyez *Essai* N°, 2097) : ainsi, dans tous les cas, la durée des vibrations grandes ou petites devoit être égale, soit par le secours de l'échappement, soit par la nature du Régulateur. Mais depuis que j'eus supprimé un des balanciers, il fallut chercher à corriger les inégalités de vibrations qui pouvoient résulter des agitations du vaisseau, & qui étoient corrigées par la

double balancier dans la premiere construction : je revins donc à mes premieres idées, & je cherchai à corriger par le Spiral l'altération que pouvoient apporter les agitations du Navire à l'étendue des arcs & à l'égalité des vibrations. Telle est l'origine de ma Théorie sur le Spiral : Théorie qui m'est propre, comme il est aisé de le voir ; mais dont je ne conteste point à M. L. R. d'avoir fait la découverte de son côté. On doit remarquer cependant une différence essentielle entre l'importance qu'il attache à la propriété qu'a le Spiral de pouvoir rendre les vibrations isochrones, & l'utilité dont j'ai pensé que pouvoit être cette propriété : c'est *principalement sur l'isochronisme par le Spiral* que M. L. R. fonde, comme il le dit, la justesse de ses Montres Marines ; tandis que je n'ai jamais considéré cette propriété du ressort que comme un accessoire utile ; & que la justesse de mes Horloges Marines en dépend si peu, que mon Horloge, N°. 8, dont le Spiral n'étoit point isochrone, a pourtant très-bien réussi dans deux épreuves d'une année chacune.

J'avois déposé à l'Académie ma Théorie sur l'*Isochronisme par le Spiral*, avant que M. L. R. publiât son *Exposé succinct*.

Mais je veux supposer que je n'eusse pas annoncé, dans mon *Essai*, les expériences qui m'ont conduit à la découverte dont il est question ; au moins M. L. R. ne pourra-t-il pas nier que, *le* 10 *Février* 1768, je n'aie déposé à l'Académie (*a*), ma *nouvelle Théorie du Spiral*, dans laquelle je démontre cette proposition : *Les oscillations d'un balancier quelconque peuvent être rendues isochrones par le ressort spiral :* il ne peut nier non plus que la publication de son *Exposé succinct* ne soit postérieure à l'époque de mon *dépôt* ; il ne feroit donc pas fondé à dire que j'ai emprunté de lui cette Théorie, ou l'idée de la découverte, quand même, comme il le prétend faussement, cette découverte eut été divulguée dans son *Exposé succinct*. Mais où l'y trouve-t-on *divulgée* ? Comment nous l'y a-t-il annoncé ? Voici tout ce qu'il en dit (page 27 de *l'Exposé succinct*). *J'ai reconnu une propriété dans le ressort, au moyen de laquelle je parviens facilement au plus parfait isochronisme.*

M. L. R. n'a point divulgué sa

Que pouvoient m'apprendre ces mots énigmatiques ? Quel est

(*a*) Voyez le *Traité des Horl. Mar.* Append. N°. 7, p. 546 & suiv.

Découverte de l'*Isochronisme par le Spiral*, dans son *Exposé succinct*.

ce *ressort*? Quelle est cette *propriété*? On trouve à la suite de son *Exposé succinct*, une copie de son projet de 1754, dans lequel il disoit de même que son balancier seroit suspendu par un *ressort droit réglant*, dont la propriété étoit de rendre toutes les vibrations *isochrones* : est-ce encore d'un *ressort droit réglant* dont M. L. R. vouloit parler en 1768? Est-ce d'un *ressort spiral*? Et je le lui demande à lui-même : qui pouvoit deviner que ces mots vagues, une *propriété dans le ressort*, annonçoient *une certaine longueur dans le ressort Spiral*? Mais d'ailleurs quand il auroit annoncé clairement sa découverte dans *l'Exposé succinct*, comme il l'a fait depuis en 1770, dans son Mémoire sur la *mesure du Temps en mer*; pourrois-je jamais être soupçonné d'avoir *copié* M. L. R. puisque j'avois déposé ma découverte à l'Académie, avant que *l'Exposé succinct* fut public.

Je n'ai pas pu connoître la découverte de M. L. R. quand j'ai déposé la mienne.

D'après ces faits qui sont notoires & sous les yeux de tout le monde, comment M. L. R. a-t-il osé dire ce qui suit (page 18 du *Précis*? « *M. B. ayant fait la découverte de l'Isochro-* » *nisme des ressorts, un peu tard à la vérité, quoiqu'il eût médité de* » *la faire depuis long-temps, il lui eût été dur de l'exposer comme* » *elle l'est dans mon* Mémoire : *il falloit qu'il se l'appropriât en quel-* » *que sorte, par la maniere de la présenter* ». M. L. R. s'est persuadé sans doute qu'une raillerie si délicate en imposeroit au Public : mais quand on aura fait attention que le *Mémoire* dont il parle ici, est celui de 1770 (*a*); quand on saura que lui-même convient que j'avois déposé ma découverte au commencement de 1768 (*b*); quand on aura vu que, sans y prendre garde, il suppose que je pouvois copier en 1768, ce qu'il n'a fait connoître qu'en 1770; je ne sais si tous les rieurs seront de son côté.

Ma Théorie n'est pas inintelligible, comme le prétend M. L. R.

M. L. R. continue (page 18 du *Précis*) : *au lieu donc de rapporter le fait & ses circonstances, tel que l'expérience les fait connoître, M. B. donne à tout cela un air scientifique auquel il n'est pas aisé de rien comprendre.*

(*a*) Mémoire sur la *Mesure du Temps en mer*, à la suite du Voyage de M. Cassini le fils. A Paris, chez Jombert. 1770.

(*b*) Voyez dans le *Traité des Horloges Marines*, page 547, le Certificat de l'Académie. Voyez aussi la page 17 du *Précis*.

Je suis fâché que M. L. R. ne m'ait pas compris, & je veux bien croire que c'est ma faute ; je suis cependant rassuré par les éloges que M. *Daniel Bernoulli* a donnés à cette partie de mon *Traité des Horloges Marines* : voici ce qu'il m'en écrivit dans le commencement de cette année : *cet article* (celui où j'établis que la force du spiral doit être en progression arithmétique) *exprime parfaitement le vrai principe de l'Isochronisme :* & en parlant des expériences que j'ai faites avec ma *balance élastique*, il ajoute : « *voilà certainement des expériences infiniment intéressantes ; elles* » *constatent le vrai principe de l'Isochronisme, & font voir les limites* » *des plus grands balancemens qu'on puisse accorder au balancier ;* » *sans choquer le principe : c'est-là où la progression des petits poids* » *commence à s'éloigner de la progression arithmétique*, &c. ». Je conviens que je suis plus flatté que M. *Bernoulli* m'ait compris & m'ait approuvé, que si je n'avois été entendu que de M. L. R.

Quoique M. L. R. ne m'ait pas compris, il entreprend cependant de raisonner sur ma Théorie, & censure la marche que j'ai suivie : « M. *B.* (dit-il page 18 du *Précis*) suppose » d'abord que la force d'un ressort foible & long augmente dans » un moindre rapport que les espaces parcourus dans ses dif- » férentes tensions ; puis il en conclut que les grandes vibrations » sont, dans ce cas, plus lentes que les petites, *& vice versâ*, » pour le ressort court & fort : mais *il ne falloit point supposer* ; *il* » *falloit faire voir que les choses sont ainsi dans la nature* ; *ce dont* » *il n'y a que l'expérience qui puisse nous instruire* ».

Je conviens que ma marche a toujours été à l'opposé du précepte de M. L. R. Dans toutes mes recherches, j'ai commencé par m'occuper des principes ; j'ai cherché à les approfondir ; & je n'ai appellé l'expérience à mon secours que pour qu'elle vint confirmer les principes. Il est vrai que, par cette voie, on perd l'avantage de rencontrer quelquefois de ces hazards heureux qui font découvrir ce qu'on ne cherchoit pas ; mais, en revanche, quand on a fait une découverte, on sait à quel principe on doit la rapporter, & l'on n'est pas dans le cas de lui en prêter un purement imaginaire.

M. L. R. ne s'est pas contenté de m'attaquer sur la propriété

de ma Théorie : il veut encore en attaquer la solidité : j'ai défendu la propriété par des faits qui prouvent que je ne pouvois pas connoître les recherches de M. L. R. quand j'ai déposé ma Théorie ; je vais en défendre la solidité par des raisons, au risque de n'être pas entendu par l'Auteur du *Précis*.

Examen de la Théorie de M. L. R. sur l'*Isochronisme par le ressort spiral.*

La critique que M. L. R. a faite de ma Théorie m'oblige à entrer ici dans quelques discussions. Il est nécessaire de rapprocher d'abord sous un seul point de vue tout ce qu'il nous a dit sur l'*Isochronisme par le Spiral*, dans son *Mémoire sur la Mesure du Temps en mer*, imprimé en 1770, à la suite du *voyage de M. Cassini fils*.

J'ai presque toujours reconnu (dit M. L. R.), *comme les Savans & les Artistes les plus renommés, que les grandes vibrations étoient plus lentes que les petites* (page 14 de *la mesure du Temps en mer.*)

J'ai prouvé le contraire, & j'en rappellerai les preuves ci-après.

J'ai même remarqué (ajoute-t-il) *que sur un arc double*, la *différence étoit le plus souvent* de $\frac{1}{120}$: *cet effet vient, je crois, de la masse du ressort, ou peut-être des obstacles qu'il éprouve intérieurement pour se déployer* (Ibidem).

Qu'est-ce que ces obstacles intérieurs ? Cette explication ne paroît pas fort intelligible. M. L. R. s'est sans doute compris : les propriétés internes du ressort doivent lui être connues ; puisque, dès 1750, il nous avait annoncé (*a*) qu'il donneroit incessamment *un Traité complet sur la cause du ressort, sur ses effets*, &c.

M. L. R. continue : *ce n'est que depuis quelque temps que j'ai reconnu, comme je l'expliquerai plus particuliérement*, (on ne trouve cette explication nulle part dans son Mémoire) *ce fait si*

(*a*) Voyez le *Mémoire* anonyme sur l'*Horlogerie*, que M. L. R. publia en 1750, *page* 15. Il a été depuis avoué par son Auteur (page 9 de l'*Exposé succinct.*) *L'Anonyme* (disoit M. de Rivaz) *tout modeste qu'il est, ne nous promet-il pas dans son Mémoire* sur l'Horlogerie (page 15) *un nouvel Echappement avec toutes les perfections que l'on cherche envain à lui donner depuis l'origine de l'Horlogerie ; bien plus, il nous fait espérer un* Traité complet sur la cause du ressort, ses effets, &c. *matiere si difficile & si profonde, que les plus grands génies commençoient déja à regarder cette* Cause *comme une de ces premieres loix de la Nature impénétrables aux hommes.*

Voyez la Réponse de M. de Rivaz, en réponse au Mémoire anonyme publié contre ses découvertes en Horlogerie. A Paris, chez Chardon. 1751. (page 28.)

important

important qui désormais doit servir de base à la Théorie des Montres, & de guide aux Ouvriers, sçavoir : qu'il y a dans tout ressort d'une étendue suffisante, une certaine longueur, où toutes les vibrations, grandes & petites, sont Isochrones.

1°. Quelle est cette étendue suffisante? 2°. Cette proposition n'est pas généralement exacte : car on trouve un grand nombre de ressorts qui sont tels par leur nature que, quelque soit leur *étendue suffisante*, ils ne seront jamais isochrones.

J'ai reconnu (ajoute M. L. R.) *que, cette longueur trouvée, si vous raccourcissez le ressort, les grandes vibrations seront plus promptes que les petites; si au contraire vous l'allongez, les petites s'acheveront en moins de temps que les grandes.*

Cette seconde partie de la proposition de M. L. R. est généralement exacte : & sur ce point seulement nous sommes d'accord.

C'est (ajoute-t-il) *de cette importante propriété*, ignorée jusqu'ici, *que dépend particuliérement la régularité de ma Montre Marine.*

M. L. R. pense que cette propriété étoit universellement *ignorée*; & elle l'eut été en effet si on ne l'eut connue que par ce qu'il en avoit dit avant 1770; mais j'ai prouvé que je ne l'ignorois pas, puisque, comme on l'a vu, le 10 Février 1768, j'avois déposé à l'Académie ma *Théorie de l'Isochronisme par le Spiral.*

Nouvelle preuve que je n'ai pas pu copier M. L. R. en cherchant l'Isochronisme par le Spiral.

C'est-là tout ce que M. L. R. nous a dit, en 1770, de cette propriété du Ressort spiral, dans son *Mémoire sur la mesure du Temps en mer*, qui contient la description de ses Montres actuelles. J'ai suffisamment prouvé, par les dates de nos productions, que je n'avois pu être son Copiste ; mais je puis prouver encore d'une autre maniere que je ne l'ai pas été, puisque nous ne sommes d'accord ni dans le principe fondamental de notre Théorie sur l'Isochronisme par le Spiral, ni dans toutes les conséquences.

La Théorie de M. L. R. sur le Spiral, differe essentiellement de la mienne.

1°. M. L. R. dit que, dans toutes les expériences qu'il a faites sur la durée des vibrations d'un Balancier à Ressort spiral, il a presque toujours reconnu que *les grandes vibrations sont plus lentes que les petites.*

Différence dans le principe fondamental. *Les grands arcs de vibration sont naturellement plus prompts que les petits.*

Toutes les expériences au contraire que j'ai rapportées dans mon *Traité des Horloges Marines* sur les Ressorts spiraux, & un plus grand nombre que j'ai faites, & qui ne sont pas rapportées dans cet Ouvrage, prouvent qu'en général le Spiral rend *les grandes vibrations* du Balancier *plus promptes que les petites*: voyez dans le Traité des Horloges Marines les expériences des N°. 137 : 206 : 212 : 215 : 216 : 217 : 218 : 219 : 220 : 225 : 227 : 228 : 230 : 232 : la premiere du N°. 233 & les N°. 234 : 928. Les expériences des N°. 207 : 221 : 226, & la seconde du N°. 233, sont les seules qui puissent donner les grandes vibrations plus lentes que les petites : & encore n'est-ce que par un travail long & difficile que les Spiraux sont parvenus à ce point qui seul peut assurer que le Spiral est susceptible d'être rendu *Isochrone*; propriété qu'on obtient alors en le raccourcissant. Moins heureux que M. L. R. qui nous dit (page 34 de son Mémoire) que *cette opération* (de chercher le point où un Spiral est isochrone) *paroît d'abord longue, mais que l'usage la rend si facile, qu'au coup d'œil il reconnoît actuellement, à très-peu près, la longueur du Ressort où toutes les vibrations sont d'égale durée*; j'avoue, au contraire que, quoique aidé d'un excellent instrument, de ma Balance élastique, ce n'est qu'avec beaucoup de peines que j'ai trouvé quelques Ressorts spiraux propres à l'Isochronisme : encore les ai-je presque tous perdus en voulant les *tremper tout pliés* : cette opération est cependant indispensable, si l'on veut leur donner la qualité de conserver une figure constante ; qualité qui est préférable de beaucoup à celle de l'Isochronisme du spiral, dans des Machines destinées à éprouver toutes les vicissitudes de la température qui ne manque jamais d'altérer la figure des Ressorts, quand ils n'ont pas été trempés tout pliés.

Je dois ajouter que si mes expériences ne sont pas d'accord avec celle de M. L. R. elles sont d'accord avec celles de M. *Harrison* : ce célebre Artiste a toujours trouvé, ainsi que moi, que *les grands arcs de vibration sont plus prompts que les petits* (a).

(a) Voyez les *Principes de la Montre de M. Harrison*, traduits de l'Anglois, *page* 4. A Avignon ; & à Paris, chez Jombert, 1767.

L'Isochronisme du Spiral ne dépend pas seulement de la longueur, mais plus particuliérement de la figure & du nombre de tours serrés du Ressort.

2°. M. L. R. après être parti d'un principe démenti par les expériences, ne fait consister l'Isochronisme que dans *le plus* ou *le moins* de longueur du Ressort spiral ; au lieu que j'ai prouvé dans mon *Traité des Horloges Marines* : 1°. qu'on peut rendre un Spiral isochrone *en diminuant sa force* (N°. 151.) 2°. qu'on peut parvenir à l'Isochronisme, sans rendre le ressort plus long, mais en le faisant *plus large* & *plus mince* (N°. 153.) 3°. qu'on peut y parvenir, soit par *un grand nombre de tours serrés* (N°. 154) ; soit en rendant le ressort *plus fort ou plus foible du centre ou du dehors* (N°. 157) : j'ai montré que la lame doit être faite en *fouet*, le plus fort au centre (N°. 159). (Voyez aussi les N°. 159, 222, 235, &c. &, en général, voyez dans la Table des Matieres du Traité des Horloges Marines au mot *Spiral*, tous les articles où il est traité de ce Ressort).

L'Isochronisme du Spiral est une qualité moins essentielle, que la propriété de conserver sa force & sa figure sans altération.

5°. La qualité de l'Isochronisme est précieuse sans doute dans un Ressort spiral, & j'y ai insisté dans mon *Traité des Horloges Marines ;* non pas, comme le prétend M. L. R., parce que la justesse de mes Horloges Marines est fondée, comme celle de ses Montres, sur l'Isochronisme du spiral ; non pas que je croie que *sans cette méthode, on n'aura jamais que de foibles succès dans les Horloges Marines* (a) : je ne l'ai jamais ni pensé ni dit : mais parce que cette méthode peut rendre le travail de ces Machines plus expéditif & plus facile. Je ne l'ai jamais regardée que comme un accessoire utile qui pouvoit rendre mes

(a) M. L. R. fait une citation fausse dans son Précis, *page* 4. On y lit : » *M. B. après avoir dit qu'en Février* 1768, *il avoit découvert, non sans des recherches infinies, une méthode sans laquelle on n'aura jamais que de foibles succès dans les Horloges Marines, il appelle constamment sa Théorie, &c.* »

M. L. R. veut me prêter ici son opinion : mais il n'est pas permis de faire une citation fausse. Voici ce que j'ai dit à l'endroit de mon *Traité des Horloges Marines*, qui est cité par M. L. R. Append. N°. 7, *page* 547 : *l'Isochronisme des vibrations du Régulateur est fondé sur des principes simples, & que je n'ai trouvés qu'après des recherches infinies. Cependant j'avois formé ce projet dès le temps que je publiai mon Essal sur l'Horlogerie ; & c'est à cet usage qu'étoit destinée la Machine d'expériences sur les ressorts, décrite dans cet Ouvrage*, N°. 512 *& suiv. Planch.* XVIII, fig. 13 & 14, *dont voici le Précis, &c.* Y a-t-il là un seul mot qui dise ou qui puisse même donner à entendre que sans l'Isochronisme du spiral, *on n'aura jamais que de foibles succès dans les Horloges Marines ?*

Horloges encore plus parfaites. Mais deux qualités indispensables dans le Spiral sont : 1°. la *Constance de Force* (abstraction faite des changemens accidentels produits par l'action de la chaleur & du froid) 2°. la *Constance de Figure* ; & c'est sur ces deux qualités de nécessité premiere, que j'ai toujours insisté & que j'insiste encore.

Un grand nombre d'expériences que j'ai rapportées dans mon *Traité des Horloges Marines*, ont prouvé combien il est difficile de conserver au Spiral une force & une figure constantes (*a*) ; on a vu que, si un ressort est plié après qu'il a été trempé, il éprouve un changement de force & de figure dans les différentes variations de la température de l'air. M. L. R. a éprouvé ces mêmes difficultés avec ses ressorts (*b*) ; mais les moyens qu'il propose ne me paroissent pas suffisans pour que la figure du Spiral soit rendue constante, & ne puisse pas varier par les différens degrés de chaleur qu'une Montre Marine est dans le cas d'éprouver.

On ne peut fixer la figure du Spiral, rendre la force élastique la plus grande possible, & la rendre constante, qu'en trempant le ressort *tout plié*.

4°. Les expériences que j'ai indiquées dans l'Article précédent, & pour lesquelles je renvoie au *Traité des Horloges Marines*, servent à prouver qu'un Ressort spiral, étant plié après qu'il a été trempé, ne peut dans ce cas être considéré comme capable de conserver (ainsi qu'il est absolument nécessaire) une force & une figure constantes, quelque précaution qu'on emploie d'ailleurs : & on a vu combien ces changemens dans la figure du spiral peuvent affecter la marche d'une Horloge Marine (*c*). Ces expériences font connoître l'absolue, l'indispensable nécessité de *tremper un Ressort après qu'il est plié* : c'est l'unique moyen de procurer à un Ressort deux qualités sans lesquelles son effet est toujours incertain : je veux dire, 1°. la constance de figure & de force, 2°. la plus grande élasticité possible. (Voyez l'*Essai sur l'Horlogerie* N°. 1818 : 2105 : 2108 : &c. 2164 : 2166 : 2167 : 2168 ; & *Traité des Horloges Marines* N°. 209 : 210 : 211 : 229 : 735 :

(*a*) Traité des Horloges Marines. N°. 888. Voyez aussi 209, 210, 211, 229, 735, 739.

(*b*) Mesure du Temps en mer, *pag.* 45.

(*c*) Voyez *Traité des Horloges Marines.* N°. 739.

739 : 743 : 888.) On voit dans l'Article 1013 du *Traité*, qu'une perfection qui manquoit aux Horloges Marines N°. 8 & N°. 6, c'est que leur Ressort spiral eut été trempé tout plié : & à l'Article 229, j'ai dit : » voilà plusieurs fois que je » trouve cet effet (le Spiral ouvert par le chaud) qui semble » rendre la trempe du Ressort indispensable «. J'en prouverai encore mieux la nécessité ci-après 6°.

L'Ischronisme du Spiral peut être considéré comme incompatible avec la nécessité de le tremper tout plié.

5°. Un grand nombre d'expériences, dont quelques-unes sont rapportées dans mon Traité des Horloges Marines, & que j'ai faites pour tremper tout pliés des Ressots isochrones, n'ont servi qu'à me prouver sinon l'absolue impossibilité, du moins l'extrême difficulté d'y parvenir. On voit à l'Article 224 de l'Ouvrage, que le Ressort spiral N°. 3, étoit très-bon ; mais qu'ayant voulu le tremper pour rendre sa figure plus constante, il s'est totalement dérangé : ensorte que j'ai été obligé d'en faire un autre. On voit encore, à l'Article 240, que j'avois déja tenté plusieurs fois de tremper des Ressorts spiraux, & qu'ayant voulu en faire encore l'essai avec un Ressort long & plié serré, j'ai trouvé le spiral aggrandi & sa figure dérangée, quoique j'eusse employé toutes les précautions pour le tremper. Cette derniere tentative ne m'ayant pas réussi, j'abandonnai pour le moment le projet de tremper les Ressorts tout pliés. (Voyez aussi les N°. 160 : 161 : 172, &c.) Dans l'Article 160 & suiv. je traite des qualités essentielles qu'il faut ajouter à un Ressort spiral pour que, par son application au Balancier, il produise la plus grande quantité de mouvement, & conserve ses propriétés.

Un Spiral dont la force & la figure sont constantes, mais qui n'est pas isochrone, est préférable à un Spiral qui ne seroit qu'isochrone, & dont la force & la figure peuvent changer.

6°. Je me contenterai de rapporter ici ce qui a été dit dans les Articles 1297 & 1298 du *Traité des Horloges Marines*, pour prouver que la trempe du Ressort tout plié est indispensable, & que la justesse de mes Horloges n'est pas fondée, comme le prétend M. L. R. sur l'Isochronisme par le Spiral. On lit ce qui suit à l'Article 1297, de mon *Traité* : » J'ai » rendu compte dans la premiere Partie de l'Ouvrage (240.) » des tentatives infructueuses que j'ai faites pour tremper de » longs Ressorts pliés par un grand nombre de tours ; & je

» viens d'expliquer par quels moyens j'ai suppléé à cette ma-
» niere de tremper les Ressorts : mais cette derniere méthode
» n'étant pas aussi certaine que l'exige l'importance de la cho-
» se ; je dois insister sur les moyens qui peuvent conduire à
» tremper les Ressorts spiraux *tout pliés* : c'est *par-là seulement*
» *qu'il est possible de donner au Ressort l'élasticité la plus parfaite*,
» *& de fixer sa figure de sorte qu'elle soit rigoureusement inalté-*
» *rable.*

Je continue dans l'Article 1298 ; » mais avant que de pro-
» poser les moyens que je pense propres à cela, il n'est pas
» inutile d'examiner ici laquelle de ces deux choses est la plus
» rigoureusement nécessaire ; 1°. d'avoir un Ressort spiral par-
» faitement isochrone, mais dont la figure n'est pas inaltéra-
» ble par les changemens de la température ou les effets de
» la chaleur ; ou 2°. d'avoir un Spiral qui ne soit pas absolu-
» ment isochrone, mais dont la trempe assure & fixe la figu-
» re ? Pour décider cette question, appuyons-nous des expé-
» riences faites avec l'Horloge N°. 6. Nous avons vu que, dans
» cette Machine, le Spiral s'est ouvert pendant l'épreuve en
» mer, ensorte que la cheville d'arrêt du Balancier avoit
» changé de 3 degrés, (N°. 739) : or, l'effet qui en est ré-
» sulté & les écarts qu'il a causés à l'Horloge ont été beau-
» coup plus considérables que ceux qui ont été produits par
» le manque d'Isochronisme du Spiral, quoique cette qualité
» manquât sensiblement à ce Spiral. Ainsi je pense qu'*il est*
» *absolument nécessaire de préférer encore un Spiral qui ne soit pas*
» *parfaitement isochrone, mais qui soit trempé tout plié, & dont*
» *la figure soit par conséquent inaltérable, plutôt que de choisir un*
» *Spiral isochrone, dont la figure peut changer.*

Je suis donc revenu à la premiere méthode que j'avois em-
ployée dans mon Horloge Marine N°. 1, & dont les procé-
dés sont décrits dans mon *Essai sur l'Horlogerie* N°. 2165 &
suiv. Voyez aussi dans le même Ouvrage, depuis le N°. 2105
jusqu'à 2111, les diverses qualités requises pour un Spiral,
dont la plus essentielle est la trempe la plus forte, pour obte-
nir une plus parfaite & plus constante élasticité. On y trou-

vera aussi l'application du Spiral à l'Horloge (2140); dans le N°. 2158, on verra les détails & les précautions nécessaires, pour fixer sûrement & librement les bouts des Spiraux : & dans le N°. 2172, est exposé le détail de tous les soins requis pour remonter les Ressorts spiraux, les remettre dans leur repos, & leur conserver leur solidité & leur liberté.

Conclusion pour mes Horloges Marines.

On peut conclure de tout ce que je viens de dire que l'Isochronisme du Spiral n'est pas une qualité indispensable dans ce Ressort, puisqu'elle est incompatible avec la trempe du Ressort tout plié, qualité d'une toute autre importance, & à laquelle on doit sacrifier la premiere, puisqu'il est facile de remplacer celle-ci par d'autres moyens. Aussi n'ai-je jamais fondé la justesse de mes Horloges Marines sur *l'Isochronisme du Spiral*, comme le prétend M. L. R.; mais sur la grande puissance de leur Régulateur, sur la réduction des frottemens, sur l'uniformité de la force motrice, &c. Cela est si vrai que les Spiraux des Horloges N°. 8 & N°. 6, qui furent éprouvés en 1768 & 1769, n'étoient point isochrones; que celui du N°. 8, ne l'étoit pas non plus dans le second Voyage qui fut fait en 1771 & 1772. Ces Horloges cependant, & sur-tout le N°. 8 dont j'avois annoncé la supériorité sur le N°. 6, ont été assez régulieres pour donner les Longitudes en mer à une précision fort au-dessus de celle que l'Angleterre avoit exigée pour la plus grande récompense. Les résultas des deux épreuves seront mis sous les yeux du Public dans le troisieme Article de ces *Eclaircissemens*.

Si j'ai cru devoir répondre à M. L. R. sur cet article; ce n'est pas que je compte faire usage de la propriété que peut avoir le Spiral de rendre toutes les vibrations isochrones : j'ai voulu seulement combattre une accusation de *Plagiat*, dont M. L. R. a osé me noircir, & dont je ne pouvois pas même être soupçonné, puisque ma Théorie sur l'Isochronisme du Spiral étoit déposée à l'Académie, deux ans avant qu'il eut divulgué la sienne. Mais si je suis jaloux, & avec raison, de mes droits de propriété; j'abandonne de grand cœur à M. L. R. les droits de jouissance & d'usage. Comme les expériences

ſans nombre que j'ai faites m'ont prouvé que la néceſſité de tremper les Reſſorts *tout pliés*, ſi l'on veut leur conſerver une figure inaltérable, eſt incompatible avec l'Iſochroniſme du Reſſort; & que je regarde la conſtance de figure & de force comme la qualité la plus eſſentielle du Spiral d'un Horloge Marine; j'ai cherché à me procurer l'Iſochroniſme des vibrations, ſans tirer cette qualité d'une *certaine longueur du Reſſort.* Mes recherches n'ont pas été infructueuſes: j'ai dépoſé à l'Académie des Sciences, le 4 Septembre de cette année 1773, une méthode que j'ai déja employée avec ſuccès, & par laquelle toutes les vibrations du Balancier ſeront *Iſochrones*, quelle que ſoit la longueur du Reſſort ſpiral, que je trempe tout plié, & auquel je procure par ce moyen l'avantage précieux, & préférable à tout autre, de pouvoir conſerver une figure conſtante, quelles que ſoient les variations de la chaleur & du froid; car je ſoutiendrai toujours que, dans une Montre dont le Reſſort ſpiral n'eſt qu'iſochrone, & qui n'ayant point été trempé tout plié peut changer de figure, la régularité de la Machine eſt établie ſur un fondement peu ſolide, & dépendra toujours des changemens qui peuvent arriver dans la figure & dans la force du Spiral, par les paſſages du froid au chaud.

Seconde Concluſion. J'ai prouvé d'une maniere inconteſtable que, lorſque j'ai exécuté mon Horloge N°. 8, je ne pouvois connoître ni la Théorie ni le Méchaniſme de la Montre Marine de M. L. R. qui n'ont été publiés que deux ans après l'exécution, & l'épreuve même de mes Horloges N°. 6 & N°. 8; j'ai prouvé pareillement que ma Théorie ſur l'Iſochroniſme du Spiral étoit dépoſée à l'Académie deux ans avant qu'il divulgât la ſienne; que d'ailleurs ſon principe fondamental eſt directement contraire à celui que j'ai établi d'après un grand nombre d'expériences: donc je n'ai pas pu copier M. L. R. puiſque je ne pouvois pas connoître ce qu'il oſe dire que j'ai copié. J'ai prouvé d'ailleurs que les principes ſur leſquels eſt conſtruite mon Horloge N°. 8, & la diſpoſition de ſes parties conſtitutives, ſont conformes aux principes & à la diſpoſition de mon Horloge N°. 1, dont l'exécution a précédé de trois

ans l'exécution de la premiere Montre de M. L. R. Donc ; ſous quelque point de vue qu'on veuille l'enviſager, il n'a pas été poſſible que je copiaſſe M. L. R.

Mais ce n'eſt pas aſſez d'avoir prouvé que je n'ai pas pu être le Copiſte de M. L. R. je vais prouver encore qu'il a pu être le mien, & qu'il l'a été.

SECTION SECONDE.

M. L. R. a pu me copier, & m'a copié.

SI la Théorie ſur laquelle ſont fondées les Montres Marines actuelles de M. L. R. eſt contenue, ainſi qu'il le prétend (*a*), dans ſon Projet de 1754; ſi la diſpoſition des parties, ſi les moyens qu'il emploie ſont les mêmes, comme il le prétend encore (*b*), que ceux qu'il propoſoit en 1754; je n'ai rien à revendiqner; M. L. R. ne peut rien avoir emprunté de moi, puiſque mon *Eſſai ſur l'Horlogerie*, qui contient les principes, les diſpoſitions des parties, les deſſins, &c. de ma premiere Horloge Marine & des deux autres projettées, n'a été public qu'au commencement de Janvier de l'année 1763: mais ſi les Montres Marines actuelles de M. L. R. dont la premiere n'a été exécutée, comme on l'a vu (*c*), que le 7 Décembre 1763, & dont la deſcription n'a été publiée qu'en 1770 (*d*), ne préſentent aucun veſtige du Projet de 1754, ni dans la Théorie, ni dans les parties conſtitutives d'une Montre Marine; ſi je prouve

(*a*) Page 6 de ſon *Précis*, M. L. R. dit: que le Projet qu'il dépoſa à l'Académie en 1754, *contient en grande partie toute la théorie de ſes Montres Marines actuelles*.

(*b*) Dans la déclaration que M. L. R. fit en 1767, quand il livra ſa Montre à M. le Marquis de Courtanvaux, & à l'un des Commiſſaires nommés par l'Académie pour en faire l'épreuve, il déclara: que » *dès* » *l'année* 1750, (il vouloit dire le 18 Décembre de l'année 1754) » il avoit dépoſé » ſous un papier cacheté au Secrétariat » de l'Académie, le Projet d'une Montre » *ſemblable* (à celle qu'il préſentoit en » 1767 pour l'Épreuve); lequel Projet » *contenoit pluſieurs des principes & mé-* » *thodes employés dans cette derniere*; » qu'en 1764 il avoit préſenté à l'Académie » *ce Projet exécuté* avec divers change- » ments ». (Page 78 du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux).

(*c*) Ci-devant, *page* 20.

(*d*) Dans ſa *Meſure du Temps en mer*,

d'ailleurs la conformité entre la plupart des nouveaux principes qu'il a adoptés, & la Théorie que j'ai donnée dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, public depuis le commencement de 1763 ; entre les dispositions des parties dont il a fait usage, & celles qui sont décrites dans mon *Essai* : comme sa premiere Montre n'a été présentée que *onze mois* après la publication de mon Ouvrage, ne suis-je pas bien fondé à conclure qu'il a emprunté de moi les choses qui se trouvent dans mon *Essai*, & qui ne se trouvent pas dans son Projet de 1754?

Or, il m'est facile de prouver que la Montre Marine dont M. L. R. a publié les principes & la description en 1770 (dans son *Mémoire sur la Mesure du Temps en mer*), ne ressemble en rien à la Montre Marine qu'il projettoit en 1754 : il ne m'est pas moins facile de prouver que M. L. R. a fait usage, pour sa Montre publiée en 1770, des principes & de la disposition de quelques parties essentielles, que j'avois publiés dans mon *Essai* au commencement de 1763, & d'après lesquels j'avois construit, avant 1761, mon Horloge Marine N°. 1. Je me trouverai encore ici dans le cas de combattre quelques accusations de *Plagiat* que M. L. R. s'est permises contre moi; c'est avec regret que je me vois forcé à récriminer; & si je n'eusse été attaqué ouvertement & injustement, je n'aurois jamais réclamé contre l'usurpation.

La Montre Marine actuelle de M. L. R. ne ressemble en rien à celle du Projet de 1754.

Projet de Montre Marine déposé en 1754.	*Description de la Montre Marine publiée en 1770.*
1°. » L'Horloge marquera » les heures, les minutes, & » aura de plus une aiguille qui » sautera *de deux secondes & de-* » *mie* en *deux secondes & demie.* (Page 38 de l'*Exposé succinct*).	1°. Les vibrations de la nouvelle Montre sont d'une *demi-seconde* chacune. (*Mesure du Temps en mer*, p. 23).
2°. La Montre ne marchera que *six heures* sans être remontée. (*Ibid. page* 42).	2°. Elle peut marcher 38 *heures* sans être remontée. (*Ibid. page* 21.

3°. » Elle sera soutenue vers » le bas de son cadran, par une » suspension de *Cardan*, telle » que celle dont M. *Sully* a fait » usage pour sa Montre Ma- » rine.

(*Ibidem.*)

4°. » Pour rendre la force » motrice parfaitement cons- » tante, M. L. R. se servoit » d'un *expédient proposé par M.* » *Leibnitz* (*a*), (*Journal des Sa-* » *vants, année* 1675,) *qui con-* » *siste à avoir deux forces motri-* » *ces, dont l'une n'a d'autre fonc-* » *tion que de remonter l'autre.*

C'est-à-dire, que la Montre devoit être à *Remontoir.*

(*Ibidem.*)

5°. » La roue de Rencontre » qui est portée par un coq hors » de la cage sur la *platine de* » *derriere*, étant mue par le » ressort spiral (c'est le second » ressort du *Remontoir*), elle » restitue le mouvement à la » puissance régulatrice qui nous » reste à décrire.

(*Exposé succinct*, page 40).

Le Rouage de cette Montre étoit donc *vertical*, puisqu'on parle d'une *platine de derriere.*

3°. Dans la description de la nouvelle Montre, M. L. R. entre dans des détails sur la *suspension* : il emploie des *frottements doux & à ressort pour empêcher que l'Horloge n'oscille, &c.*

(*Ibid. page* 48.)

4°. Dans la nouvelle Montre, il n'est plus question de *Remontoir* : la force motrice réside en entier dans *un seul Ressort plié dans un barillet* ; M. L. R. ne fait pas même usage d'une *fusée qui seroit* (dit-il) *superflue & même désavantageuse dans sa Montre.*

(*Ibid. page* 51.)

5°. Dans la nouvelle Montre, le rouage est *horizontal.*

(*Ibid.* Pl. II. fig. 2.)

(*a*) M. L. R. paroît attribuer l'invention du Remontoir à *Leibnitz*, & la rapporter à l'année 1675 ; mais *Huyghens* l'avoit proposé dans son Traité de l'Horloge à pendule (*de Horologio oscillatorio*, pag. 18,) imprimé en 1673. M. *Gourdain* avoit depuis imité le *Remontoir* de M. *Huyghens*. (Voy. la *Regle artificielle du Temps*, par *Sully*, page 414 & suiv.) De notre temps, M. *Harrison* en a fait usage.

6°. » On aura une idée exacte » du Régulateur, si l'on se re» présente *un Pendule d'un de» mi-pied de longueur* environ, » verticalement suspendu par » un *seul ressort droit*, long de » cinq à six pouces, dont la » lentille, un peu différente » des autres par sa forme, & » *du poids de deux ou trois livres*, » est horisontale, & dont cha» que extrémité de la verge » formant un pivot, s'ajuste » dans un trou disposé pour le » recevoir.

(*Ibid. page* 40.

» Au surplus, pour éviter » jusqu'à l'ombre de l'objec» tion, je compte appliquer » quatre rouleaux au pivot in» férieur de mon Régulateur: » à l'égard du supérieur, il sera » trop fin & trop éloigné du » Balancier, pour que le frot» tement y devienne sensible ».

(*Ibid. page* 43).

7°. Le ressort droit de suspension du Régulateur à lentille, servoit en même temps de *ressort réglant, tenoit lieu d'un spiral*, & devoit avoir la propriété de rendre toutes *les vibrations isochrones*. » L'Auteur disoit que, » ayant fait des expériences sur » différentes masses suspendues » par un ressort droit, comme

6°. Dans la nouvelle Montre, le Régulateur est un *Balancier*: il est du poids de 5 *onces*, & de 4 pouces de diametre; il est suspendu par un *fil de clavecin* fort fin: au lieu du *ressort droit-réglant* qui tenoit lieu de ressort spiral, le Balancier est réglé par *deux ressorts spiraux*.

(*Ibid. page* 22).

Chacun de ses pivots est retenu, avec le jeu convenable, entre quatre rouleaux tournant librement dans deux petites cages.

Ibid. page 22.)

7°. Dans la nouvelle Montre, M. L. R. n'a point fait usage du *Ressort droit réglant* (du Projet de 1754) qui devoit rendre toutes les vibrations isochrones: il tire l'Isochronisme d'une propriété du ressort spiral: savoir, » qu'il y » a dans tout ressort d'une éten» due suffisante une *certaine*

» son balancier, il ne lui avoit » pas été possible d'y apperce- » voir une seule vibration de » différence sur mille, en répé- » tant l'opération plusieurs fois » sur des arcs de 180 & de 60 » degrés ; & que les avantages » qui résultent de cette pro- » priété sont évidents ».

(*Ibid. page* 43.)

» *longueur*, où toutes les vibra- » tions grandes ou petites sont » isochrones ».

(*Ibid. page* 15.)

8°. M. L. R. ne paroissoit pas fort occupé de l'Echappement dans son Projet de 1754 : il n'en étoit fait aucune mention : il y est seulement question d'une roue de *rencontre* dans la description du Remontoir dont elle faisoit partie. (Voyez ci-devant 5°.)

8°. Dans la construction de la nouvelle Montre, M. L. R. attache un grand prix à l'Echappement : » J'ose avancer (dit- » il) que c'est en grande partie » par l'Echappement qu'ont » échoué la plupart des tenta- » tives qu'on a faites pour dé- » couvrir les Longitudes par » l'Horlogerie. (*Ibid. pag.* 32).

Pour éviter (continue-il) les inconvéniens des meilleurs Echappemens connus, il emploie un Echappement à *détente* & à vibrations libres, &c.

(*Ibid. page* 32).

9°. M. L. R. proposoit trois expédients pour corriger les effets de la chaleur & du froid : le premier, d'appliquer au ressort réglant un Thermometre métallique. Le second, d'entretenir une température uniforme auprès de l'Horloge par le moyen des lampes. Le troisieme, de dresser, d'après les

9°. Aucun des trois expédiens proposés en 1754, n'est employé dans la nouvelle Montre. M. L. R. applique à l'axe du Balancier, deux Thermometres faits chacun d'un tube de verre recourbé, & composés de mercure & d'esprit-de-vin. L'effet de ces Thermometres est tel, qu'une portion du mercure,

expériences, une Table des variations de l'Horloge par les différens degrés de chaleur ou de froid, & d'y avoir égard dans l'usage de l'Horloge. M. L. R. ajoutoit *qu'il préféroit le troisieme moyen aux deux autres, & qu'il comptoit s'y tenir.*
(Ibid. pages 45 & 46).

partie de la masse du Régulateur, est rapprochée ou éloignée du centre, selon que l'exige l'effet de la chaleur ou du froid sur le Régulateur.
(*Ibid. page* 41).

10°. M. L. R. paroissoit fort occupé, en 1754, de l'inégale densité du milieu & de la résistance de l'air. Il en a fait un Article particulier de son Projet de 1754 (Art. V. page 44). Il regardoit les changements de la densité de l'air, comme une des sources d'erreur des Montres ordinaires; & son Pendule à *lentille horizontale*, avoit pour but, *de présenter peu de surface, eu égard à sa masse, & de n'éprouver de résistance de la part de l'air, que celle qui peut venir de la cohésion de ses parties.*
(Ibid. page 44.)

10°. L'inégale densité du milieu, ou les variations dans la résistance de l'air, ne paroissent plus à M. L. R. (& avec raison) mériter qu'on s'en occupe particuliérement dans une Montre à balancier: car l'équipage de deux Thermometres appliqués à l'axe de son nouveau Régulateur, doivent éprouver de la part de l'air, une assez grande résistance, dont les variations pourroient troubler la régularité de la Machine, si ces variations pouvoient, en réalité, produire un effet sensible.

D'après ces Tableaux rapprochés de la Montre projettée en 1754, & de la Montre publiée en 1770, il est facile de voir que ces deux Machines n'ont pas le moindre trait de ressemblance: dans la premiere, la justesse de la Montre (abstraction faite des effets de la chaleur & du froid) est fondée 1°. Sur la *constante égalité de la force motrice*, rendue uniforme par le moyen d'un *Remontoir*, 2°. Sur l'*Isochronisme* des vibrations, qui doivent être toutes d'égale durée, par la propriété d'un *ressort droit réglant*

qui porte un Régulateur à lentille : dans la Montre de 1770, au contraire, on néglige abſolument l'uniformité de la force motrice : on n'emploie même qu'un reſſort ſimple ſans fuſée : la juſteſſe de la nouvelle Montre eſt fondée 1°. Sur la nature de *l'Echappement*, dont on n'avoit pas parlé dans le Projet de 1754, & qui eſt regardé, en 1770, comme une des parties eſſentielles de la Machine : 2°. Sur une *nouvelle propriété du reſſort Spiral*, lequel reſſort n'étoit pas même employé dans le Projet de 1754. Comment perſuadera-t-on aux Artiſtes, & même aux perſonnes qui ſont les moins initiées dans l'Art de l'Horlogerie, que deux Machines ſont *ſemblables*, quand elles ſont établies ſur des principes abſolument différens ? Comment leur fera-t-on croire, qu'en conſtruiſant la Montre publiée en 1770, on a *exécuté le Projet de 1754* ?

Mais puiſqu'il eſt bien prouvé que M. L. R. a abandonné ſes principes de 1754, & la diſpoſition des parties conſtitutives d'une Montre Marine, telle qu'il la projettoit alors ; examinons ſi je ne puis rien revendiquer, des nouveaux principes, des nouvelles diſpoſitions qu'il a adoptés, & dont il a fait uſage dans la Montre publiée en 1770. Suivons-le dans quelques détails, ſelon l'ordre où je les ai déja préſentés.

On a vu que dans le Projet de 1754, M. L. R. propoſoit la ſuſpenſion de *Cardan* ſans aucune précaution ; mais en 1770, il entre dans des détails, il emploie *des frottemens doux & à reſſorts pour empêcher que l'Horloge n'oſcille*, & on peut voir, dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie*, (N°. 2127), que j'avois imaginé & preſcrit toutes les précautions & les changemens qu'exigeoit cette ſuſpenſion, en l'appliquant aux Horloges Marines, tels que *les frottemens doux & à reſſort*, &c. (voyez ci-devant page 33). M. L. R. ne fait que répéter en 1770 (*a*), ce que j'avois publié au commencement de 1763.

M. L. R. a fait uſage de mes recherches pour la ſuſpenſion de l'Horloge.

(*a*) Je dis en 1770, parce que c'eſt l'année où M. L. R. a publié ſon Mémoire ſur la *Meſure du Temps en mer*. Je ſuppoſe que ce Mémoire fût tel qu'il eſt imprimé, quand M. L. R. le préſenta, en 1766, à l'Académie, & qu'il n'y ait fait aucun changement quand il le préſenta de nouveau en 1769 ; il aura toujours eu mon *Eſſai ſur l'Horlogerie* pendant trois ans ſous les yeux, en rapportant même l'époque de ſon Mémoire à l'année 1766.

Le Rouage de la Montre de M. L. R. de vertical qu'il étoit, devient horizontal comme dans mes Horloges.

Je ne m'arrête pas à la disposition du Rouage qui devoit être *vertical* selon le Projet de 1754, & qui est *horizontal* dans les nouvelles Montres, ainsi que je l'avois pratiqué dans mon Horloge, N°. 1. J'avois démontré dans mon *Essai* (N°. 2119) l'avantage de cette disposition, par laquelle les pivots des roues devoient éprouver moins de frottemens, &c.

Je passe à un article qui mérite une attention plus particuliere; au *Régulateur* qu'on peut regarder, à juste titre, comme la partie essentielle & la base de la juste mesure du Temps dans une Machine.

M. L. R. abandonne son Régulateur à pendule & à lentille, & lui substitue mon Balancier.

Il suffit d'avoir les premieres notions en Méchanique & en Horlogerie pour reconnoître à la seule inspection les énormes défauts du Régulateur que M. L. R. se proposoit d'employer dans son Projet de 1754. Je les ai déja relevés en général, dans le premier article de ces *Eclaircissemens*, il seroit inutile d'y insister. M. L. R. en a senti tous les inconvéniens, & en l'abandonnant, il lui a substitué le Régulateur des Horloges Marines que j'ai décrites dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, & pour lequel j'ai donné des principes si détaillés, des expériences si nombreuses, enfin une Théorie que j'ose dire m'être particuliere, & qui jusqu'alors n'avoit pas été approfondie. (Voyez ci-devant page 31).

A *son pendule de six pouces, portant une lentille du poids de deux ou trois livres horizontalement suspendue*, M. L. R. a substitué mon *Balancier pesant, avec un grand diametre.*) Voyez ci-devant, page 31 & Pieces justificatives, N°. 25, 26, &c.)

Au lieu de son *ressort droit* qui devoit régler les vibrations du Régulateur, il a adopté mon *ressort Spiral* (*a*).

(*a*) M. L. R. emploie deux ressorts spiraux servant à régler les oscillations du Balancier : l'emploi de ces deux ressorts est connu depuis long-temps en Horlogerie : (Voyez la description abrégée d'une Horloge pour la juste mesure du Temps en mer par *Sully* : pages 175 & 177). Voyez aussi l'emploi des deux ressorts dans le VI[e]. Volume des Prix de l'Académie, *page 47*, où M. Daniel Bernouly dit *qu'il croit bien que deux Spirales égales & appliquées en sens contraire, pourroient faire quelque bien.* M. *Romilly*, comme M. L. R. peut le savoir, avoit fait usage de deux ressorts spiraux dans sa Montre qui fut fracassée dans l'Observatoire de M. L. M. à côté de la Montre de M. L. R.

A

M. L. R. adopte la suspension de mon Balancier.

A ce ressort droit, qui servoit en même-temps de ressort de suspension, il a substitué un *fil de clavecin*. Ici M. L. R. a défiguré mon ressort de suspension, en employant un fil de clavecin : ce changement ne paroît pas heureux, puisque dans deux occasions son *fil de clavecin* s'est cassé, ce qui n'est jamais arrivé à mon ressort, quoique mon Horloge ait subi les mêmes épreuves que la Montre de M. L. R. : il ne lui reste plus qu'à substituer mon ressort à son fil de clavecin, pour avoir emprunté mon Régulateur en entier, & il y paroît disposé : car, pour la premiere fois, il dit dans son *Précis*, (page 23), en parlant de la suspension de son Régulateur, un *ressort étroit* ou *fil de clavecin* : comme si c'étoit la même chose ! M. L. R. veut aussi nous faire croire que le *ressort droit réglant* qui portoit son Régulateur à lentille, dans le projet de 1754, & qui tenoit lieu de *ressort Spiral*, est la même chose que le *fil de clavecin* qui porte aujourd'hui son balancier ; qu'il ne fait en cela qu'exécuter son projet de 1754, & que c'est moi qu'il l'ai *copié*. Ecoutons-le lui-même.

» J'ai suspendu (dit-il page 23 du *Précis*) le balancier de ma » Montre Marine par un *ressort droit* ou un *fil de clavecin*, afin de » supprimer le frottement qui se fait sur les pivots par son poids » dans les Montres ordinaires : en ceci, ma Montre Marine ressemble à celle de M. B. ; mais la date du Mémoire où j'exposai » cette construction, & les avantages qui en résultent remontant » à 1754, lorsque celle de l'Horloge, N°. 1, à deux balanciers » de M. B. est de 1760, par conséquent postérieure de six ans ; » s'il y a ici un Copiste, ce n'est certainement pas moi.

Je ne permets aucune réflexion sur la maniere dont M. L. R. présente la question ; je me contente d'y répondre. 1°. Je ne pouvois pas avoir connoissance du projet de 1754 de M. L. R., quand j'exécutois en 1760 mon Horloge, N°. 1, puisque ce projet étoit déposé à l'Académie sous un papier cacheté, & que ce ne fut que le 28 Juin 1763 (*a*) qu'il fut ouvert à la requisition de l'Auteur qui en demanda copie : je ne puis donc pas avoir

(*a*) Voyez le Certificat du Secrétaire de l'Académie, à la fin de ce Projet, qui fut publié en 1768, à la suite de l'*Exposé succinct*, page 48.

copié M. L. R. trois ans avant que son projet fût ouvert. 2°. Mais M. L. R. ne m'a-t-il pas copié, sinon dans l'idée de suspendre le balancier, du moins dans la disposition de la suspension ? Ce ressort droit réglant, qui tenoit lieu de ressort spiral dans la Montre de 1754, est-il bien la même chose que le fil de clavecin qui suspend aujourd'hui son balancier, réglé par un ressort spiral ; & cette derniere disposition ne ressemble-t-elle pas plutôt à celle de mon Régulateur, réglé de même par un ressort spiral, & dans lequel la fonction du ressort fin de suspension, comme du fil de clavecin des Montres actuelles de M. L. R. est seulement d'empêcher le frottement qui se fait sur les pivots ? 3°. M. L. R. en parlant en 1770 (dans sa *Mesure du Temps en mer*, page 52), des raisons qui l'ont décidé à suspendre son balancier, dit « qu'une expérience qu'il a répétée plusieurs » fois, suffit pour montrer combien il est essentiel qu'un balan- » cier aussi puissant, & dont la masse est aussi considérable, soit » ainsi suspendu. J'ai supprimé, ajoute-t-il, le fil de suspension, » & j'ai fait porter le pivot inférieur sur une plaque d'acier trem- » pée, bien polie, & de toute sa dureté : trois jours après, cette » plaque étoit creusée à l'endroit du pivot, l'arc des vibrations » considérablement diminué, &c. J'ai substitué à la plaque d'a- » cier une agate polie ; le même effet a encore eu lieu, &c. ».

Il n'étoit pas question de cette expérience dans le projet de 1754 de M. L. R. ; mais je l'avois faite en 1760, & je la rapportai dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, N°. 2100, note (*a*). On peut le voir ci-après dans les *Pieces Justificatives* (N°. 31). M. L. R. a sans doute regardé mon *Essai* comme un fond dont il pouvoit disposer.

On voit donc que, si M. L. R. a eu, ainsi que moi, l'idée de suspendre le balancier pour éviter les frottemens des pivots, il n'a fait que d'après moi l'expérience qui prouve la nécessité de cette disposition ; mais la suspension n'eut pas suffi pour corriger les frottemens, s'il eut conservé le *Régulateur à lentille* qu'il projettoit en 1754 ; & j'ose dire que s'il n'eut substitué mon *Balancier* à grand diametre, & réglé par un *ressort spiral*, à sa *lentille horisontale* réglée par un *ressort droit* ; il eut pu faire des

Montres, auxquelles il eut donné le nom de *Montres Marines*, mais qui n'auroient jamais pu servir à l'usage auquel on destine ces Machines: & M. L. R. a osé mettre en question qui de nous deux étoit le *Copiste!*

Une accusation de Plagiat demandoit sans doute d'être appuyée par une nouvelle preuve: voici celle que M.L.R. y ajoute. » Je ne puis m'empêcher (dit-il, page 23 du *Précis*) de remar- » quer en outre que dans l'Horloge, N°. 1 de M. B. & dans » le projet qui suit, les ressorts de suspension des Balanciers » sont larges & très-courts, ce qui est fort défectueux; ce n'est » que *depuis l'impression de mon Mémoire sur mes Montres*, que » ces ressorts ont été changés en fils d'acier plats, très-déliés, » & longs, ce qui revient à très-peu près au fil de clavecin. »

Je me retiens toujours de faire des réflexions sur la maniere dont M. L. R. présente les choses; mais je me flatte qu'elles ne pourront échapper au Lecteur quand j'aurai exposé les faits. 1°. On ne doit pas perdre de vue que le *Mémoire sur les Montres de M. L. R.* dont il est ici question, c'est sa *Mesure du Temps en mer*, publiée en 1770: or mes Horloges, N°. 8 & N°. 6, dans lesquelles le ressort de suspension, *plat* & *très-délié* a été employé, étoient exécutées en 1768, puisque la premiere épreuve qu'on a faite de ces deux Machines a commencé dans cette même année. Si M. L. R. vouloit dire que j'ai dû apprendre par son *Exposé succinct*, publié en 1768, que le Balancier de sa Montre étoit suspendu par un *fil de clavecin;* je lui demanderois d'abord s'il pense que l'accident, arrivé à l'une de ses Montres, (dont le fil de suspension cassa) ait dû engager quelque Artiste à faire usage d'un semblable moyen? D'ailleurs, on peut voir dans mon *Traité des Horloges Marines*, (*Planche Ve.*) le profil de l'Horloge, N°. 2, dans laquelle les Balanciers, beaucoup plus petits que ceux de l'Horloge N°. 1, sont soutenus par des ressorts fins & déliés & les plus longs que j'ai jamais employés. Le dessein de cette Machine, telle qu'elle est gravée dans mon *Traité*, telle que je l'ai exécutée, faisoit partie du dépôt, que je fis entre les mains de l'Académie, le 29 Août 1764:

le dessein original est paraphé par le Secrétaire de l'Académie. 2°. Je conviens que les Ressorts de suspension de mes Horloges actuelles sont plus déliés & plus longs que ceux qui portoient les balanciers de mon Horloge N°. 1 ; mais M. L. R. auroit dû voir que chaque Balancier de cette premiere Horloge (dont j'ai réduit les dimensions à la demande de l'Académie, (a) ayant *un pied* de diametre, pesant environ 3 livres, & ne décrivant que des arcs de 30 degrés, je ne pouvois pas les faire porter par un ressort aussi délié ; leur force devoit être proportionnée au poids qu'ils avoient à supporter : je devois me flatter au moins que M. L. R. en tâchant de tirer à lui l'honneur de l'invention, voudroit bien au moins laisser croire que j'avois le sens commun. 3°. Mais je dois insister sur une différence essentielle, qui sert à prouver qui de nous deux est le *Copiste* dans la disposition du *Régulateur*. Les Balanciers de mes premieres Horloges étoient suspendus par un Ressort, dont la longueur & la largeur étoient proportionnées à la masse qu'ils avoient à supporter ; leurs vibrations étoient réglées par un Ressort spiral : ces deux dispositions essentielles sont les mêmes dans mes dernieres Horloges. Mais l'ancien Régulateur de M. L. R. étoit un *Pendule à lentille horizontale* ; il est devenu un *Balancier* dans ses Montres actuelles : le *Ressort réglant*, qui faisoit fonction de Ressort spiral pour régler les vibrations, est devenu un *fil de clavecin*, servant à porter le Balancier : le *Ressort spiral*, qui n'étoit pas même employé dans le Projet de 1754, joue le principal rôle dans les Montres actuelles ; c'est d'une propriété de ce ressort qu'ond attend principalement la justesse de la Machine : rien n'est resté du Projet de 1754 ; & dans les Montres actuelles de M. L. R. les dispositions essentielles du Régulateur sont conformes à ce que j'avois exécuté dès 1760, à ce que j'avois même publié dès le commencement de 1763, c'est-à-dire, *onze mois* avant que M. L. R. présentât une premiere Montre Marine. S'il y a ici un *Copiste* ; qui de nous deux peut l'être ?

(a) Voyez ci-devant, *pages* 22 & 23.

De l'emploi des Rouleaux.

» J'ai procuré la liberté du Régulateur (dit M. L. R. page » 24 du *Précis*) en faisant tourner ses pivots entre des Rouleaux, » pour éviter les frottemens latéraux. Je suis fort éloigné de » m'attribuer cette heureuse découverte, principalement dûe » à M. Sully; mais on ne peut me refuser d'en avoir le premier, » depuis lui, fait l'application au Balancier des Montres Ma- » rines; j'expose les avantages de cette méthode dans mon Mé- » moire de 1754, lu à l'Académie en 1763 ».

Je ne me suis jamais attribué plus que M. L. R. l'invention des Rouleaux: par-tout, dans mes *Mémoires* déposés à l'Académie (*a*), dans mon *Traité des Horloges Marines* (*b*), je les appelle *les Rouleaux de Sully*. J'ignore si M. L. R. en a fait plutôt que moi l'application aux Montres Marines: cette discussion seroit assez indifférente, puisque l'un & l'autre nous en avons pris l'idée de *Sully* qui en faisoit usage dans sa Pendule à Levier, ou Horloge Marine: ce qui est certain c'est que je les avois employés dans la Machine d'expériences qui est décrite dans mon *Essai sur l'Horlogerie* N°. 512 & 513: j'en avois fait usage dès 1754, comme on peut le voir dans un de mes Mémoires déposé à l'Académie (*c*). Les pivots du Balancier de ma Montre Marine N°. 3, exécutée en 1763 & éprouvée en 1764, rouloient entre six Rouleaux: je ne pouvois pas savoir, quand je m'en servois, que M. L. R. les proposoit dans son Projet de 1754, que je n'ai pu connoître qu'en 1768. Il paroît d'ailleurs que, dans le temps de son Projet, M. L. R. ne regardoit pas l'usage des Rouleaux comme fort essentiel: » Pour éviter (disoit-il page 43, de l'*Exposé succinct*) » jusqu'à l'ombre de l'objection, je compte appliquer quatre » Rouleaux au pivot inférieur de mon Régulateur: à l'égard » du supérieur, il sera trop fin & trop éloigné du Balancier, » pour que le frottement y devienne sensible.

Assurément si jamais Régulateur eut besoin de Rouleaux à ses deux pivots, c'étoit le Régulateur à *Lentille*, du poids de

(*a*) Traité des Horloges Marines, N°. 4 de l'App. *page* 529.
(*b*) *Ibid.* N°. 23.
(*c*) Voyez la Note (*a*) du N°. 4 de l'App. *Traité des Horloges Marines*, page 529.

3 livres, que M. L. R. se proposoit alors d'employer. Quant aux avantages qui doivent résulter de l'emploi des Rouleaux, je ne puis être de l'avis de M. L. R., & je ne conviendrai pas que ces avantages découlent du principe qu'il veut établir dans son *Mémoire* de 1770. » Le frottement (dit-il (a)) sur les pivots » des rouleaux qui contiennent le Balancier de la nouvelle Mon- » tre, est presque nul : en voici la raison. *Les pivots de ces* » *Rouleaux ont nécessairement un peu de jeu dans leurs trous :* » *d'où il arrive que, quand ces Rouleaux parcourent un très-* » *petit arc, leurs pivots ne font que s'appuyer sur les parois de leurs* » *trous sans y frotter.*

Cette Conclusion ne me paroît pas exacte. M. L. R. confond ici le frottement bien réel des *pivots* des Rouleaux, avec le développement qui a lieu dans un Pendule (décrivant de petits arcs) dont la suspension, faite *à couteau*, pose sur une *gouttiere :* il est certain que, dans un tel Pendule, le mouvement que fait le couteau sur son appui, est le développement de la petite portion de cercle qui termine le couteau ; & ce développement déplace & fait mouvoir l'axe du Pendule parallélement à lui-même (voyez *Essai sur l'Horlogerie* N°. 2024) : mais dans les Rouleaux de M. L. R. ce même effet ne peut avoir lieu ; il faudroit, pour qu'il en fût de même (ainsi que le suppose M. L. R.), que les trous des pivots fussent très-grands, que leurs pivots fussent très-petits, & que ces pivots parcourussent dans chaque vibration du Balancier, un arc infiniment petit : or les vibrations du Balancier de M. L. R. sont de 120 degrés, & ses Rouleaux (à en juger par la figure jointe à son Mémoire) n'ont pas plus de huit lignes de diametre : les pivots des Rouleaux doivent donc, à chaque vibration du Balancier, parcourir eux-mêmes un arc assez considérable, qui ne peut être considéré comme le *développement* d'un couteau, & qui est un *frottement* bien réel. Je remarquerai en outre que si les trous des pivots étoient plus grands qu'ils n'ont besoin de l'être pour recevoir l'huile & laisser tourner librement les Rouleaux, il en résulteroit un très grand défaut, par le jeu

(a) Mesure du Temps en mer, *page* 55.

que l'axe du Balancier auroit nécessairement entre les Rouleaux.

En résumant ce qui vient d'être dit, on voit 1°. que les Montres Marines actuelles de M. L. R. ne ressemblent en rien à celle qu'il projettoit en 1754. 2°. Que le Régulateur de ses nouvelles Montres est absolument différent de celui qu'il se proposoit d'employer ; & que cette partie fondamentale d'une Horloge Marine est faite dans ses Montres, d'après le Régulateur que j'ai employé dans toutes mes Horloges, depuis la premiere qui fut exécutée en 1760, & dont les principes, la disposition, &c. ont été publiés depuis le commencement de 1763 dans mon *Essai sur l'Horlogerie*. M. L. R. ne paroît avoir rien ajouté à ce que j'avois déterminé sur cette matiere ; il ne traite même pas du Balancier *en tant que Régulateur*, dans son *Mémoire sur la Mesure du Temps en mer*, publié en 1770 : comme si cette partie constitutive & essentielle d'une Horloge Marine pouvoit être indifférente ou arbitraire ! Il n'établit pas si le Balancier doit être grand ou petit ; pesant ou léger ; faire des vibrations promptes ou lentes ; quelle doit être sa figure, &c. il se contente de donner le poids & le diametre de celui qu'il a employé dans sa nouvelle Montre : tout ce qui regarde la Théorie du Balancier, *en tant que Régulateur*, y est absolument passé sous silence. M. L. R. a bien senti, sans doute, qu'il ne seroit pas possible ici de cacher la source où il auroit puisé les principes, & de masquer assez ce qu'il devoit en dire, pour qu'il ne me fût pas trop facile de prouver que je les avois établis dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, où cette Théorie a été développée & confirmée par un grand nombre d'expériences de toute espèce. Le Lecteur peut se rappeller le jugement que le célèbre M. *Daniel Bernoulli* a porté de cette Théorie. (Voyez *ci-devant page* 43.)

Suivons encore M. L. R. dans quelques détails de Théorie & de Construction qu'il a publiés en 1770, dans sa *Mesure du Temps en mer*, & dont il n'étoit fait aucune mention dans son Projet de 1754.

En traitant dans le premier Article de son Mémoire de 1770, (page 9) du Ressort en général & des altérations qui

Des divers effets des Ressorts.

peuvent arriver dans la force du Reſſort ſpiral, M. L. R. ſe fait cette queſtion qu'il dit être faite pour la premiere fois : *le Reſſort en lui-même, & faiſant abſtraction des effets de la chaleur, eſt-il une puiſſance conſtante, ſur laquelle on puiſſe établir un principe de régularité : ou ne l'eſt-il pas?*

Pour réſoudre cette queſtion, M. L. R. rapporte des expériences faites avec un inſtrument qu'il nomme *Elatéromètre* : il ſert à meſurer l'effet des Reſſorts. » Au moyen de cet inſ- » trument, dit-il, on reconnoît que le Reſſort perd une partie » conſidérable de ſa force dès les premiers mois de ſa tenſion ; » qu'enſuite la perte eſt beaucoup moins grande ; qu'enfin elle » devient preſque inſenſible, à moins que le Reſſort n'éprouve » un degré de chaleur conſidérable, &c.

L'expérience de M. L. R. confirme mes principes.

En examinant autrefois les divers effets des Reſſorts, j'avois prévu & annoncé la cauſe de la perte de la force d'un Reſſort (voyez *Eſſai ſur l'Horlogerie* N°. 1981, & ci-après N°. 72 des *Pièces juſtificatives.*) M. L. R. a confirmé mes principes par l'expérience qu'il rapporte.

» Ces expériences, continue M. L. R. (*a*), ſembleroient » montrer que les vibrations du Reſſort ne pourroient meſurer » le Temps qu'imparfaitement ; mais voici, ajoute-t-il, pluſieurs » conſidérations qui doivent nous raſſurer : 1°. les vibrations » de ce Reſſort, ſa contraction & ſon développement, ne » ſont que momentanées : 2°. en ſuppoſant que, dans la contrac- » tion, par exemple, il peut ſe *tendre* (*b*) quelque peu, il » rétablira bien-tôt par ſon développement.

M. L. R. redit en d'autres termes ce que j'avois dit dans mon *Eſſai.*

Ici M. L. R. a cherché d'autres expreſſions pour s'approprier ce que j'avois dit dans mon *Eſſai ſur l'Horlogerie* N°. 1984 & 1986, quand j'ai voulu prouver que la force du Spiral étoit conſtante. (Voyez ci-après les N°. 74 & 76 des *Pièces juſtificatives* ; tout le Chapitre XXXV de la ſeconde Partie de mon *Eſſai* traite du Reſſort & de ſes effets. On peut voir auſſi ce que j'ai dit ſur le Reſſort ſpiral N°. 2096, 2105, 2106, 2107, 2108, &c. du même Ouvrage.)

(*a*) Meſure du Temps en mer, *page* 10.
(*b*) Je penſe qu'il devroit y avoir ſe *rendre*.

M.

M. L. R. conclut avec moi que la force vibrante du Ressort est une force constante (*a*) ; mais il auroit dû ajouter que cette force ne peut être *constante* que lorsque le Ressort spiral a été trempé *tout plié* ; ce qui lui procure en même-temps la plus parfaite élasticité. (Voyez l'*Essai sur l'Horlogerie* N°. 2108 & ci-après les *Pièces justificatives* N°. 39.)

M. L. R. en traitant des Ressorts spiraux qu'il a adaptés à l'axe de son nouveau Régulateur, dit (*b*) : » qu'il faut prendre » des soins particuliers pour que ces Ressorts se puissent mou- » voir très-librement, & n'éprouvent pas la plus légere » contrainte par leur application au Balancier. Dans cette vue, » continue-t-il, j'ai fait exécuter des *Pitons* capables de recevoir » toutes les situations requises, pour que le Ressort y soit atta- » ché sans souffrir la moindre contrainte : un premier mouve- » ment les fait avancer ou reculer dans leur rainure, pour aller » gagner le Ressort : on les fait baisser ou hausser ensuite à » volonté, en les tournant légérement sur les vis par lesquelles » ils s'adaptent aux bâtis, &c.

M. L. R. a emprunté de mon *Essai sur l'Horl.* la nouvelle disposition des *Pitons* du ressort spiral.

L'invention de ces *Pitons* doit avoir coûté peu de travail à M. L. R. j'en avois décrit la disposition & démontré les avantages dans mon *Essai sur l'Horlogerie* : on y lit (au N°. 2109) : » il ne faut pas que les Spiraux gênent les Balanciers en pres- » sant les Pivots contre les trous, &c. C'est pour y parvenir » que je dispose le *Piton* du Spiral de maniere à pouvoir l'ap- » procher ou l'écarter du centre, & à l'arrêter avec deux fortes » vis au point où le Ressort est libre « & dans le N°. 2110 on lit : » la virole du Spiral arrêtera le Spiral au moyen de » deux vis ; & le Spiral pourra monter ou descendre sur le » *Piton* & sur la virole, de maniere à ne pouvoir pas être » bridé selon la hauteur des lames. (Voyez encore le N°. 2172) «. On peut voir la disposition de toutes les pièces dans les Planches de l'*Essai*, Planche XXI. *O Q*, *P Q*. Planche XXII, 12 & 13. (Voyez aussi ci-après *Pieces justificatives* N°. 40, 41 & 42).

En examinant (dans l'Article V^e^. *de la Mesure du*

Observation de M. L. R. sur le

(*a*) *Mesure du Temps en mer*, page 12.
(*b*) *Ibid.* pag. 45.

Régulateur des Montres communes, prise dans mon *Essai*.

Temps en mer page 19,) une des causes d'erreur des Montres communes, le peu de puissance du Régulateur eu égard à la force motrice, M. L. R. dit que » ces inconvéniens résultent » de ce que la résistance de l'air & des frottemens font per» dre un mouvement considérable au Régulateur dans chaque » vibration; & de ce que le Balancier d'une Montre *devant » partir au doigt, c'est-à-dire, être remis en mouvement par la force » motrice, lorsque ce mouvement a cessé par quelque cause que ce » soit, ce Balancier ne peut être que léger*.

Cette observation a été faite pour la premiere fois dans mon *Essai sur l'Horlogerie* N°. 2090, 2097. (Voyez aussi ci-après les N°. 22 & 28 des *Pièces justificatives*.)

De la nécessité de donner au Régulateur la plus grande liberté possible. M. L. R. ne dit pas comment on y parvient.

En parlant de la nécessité de donner aux vibrations du Régulateur la plus grande liberté possible (Article IVe. de la *Mesure du Temps en mer*, page 25,) M. L. R. dit : » Je » crois avoir déja prouvé, Article IIe. de la seconde Par» tie, que, pour donner à une Horloge le plus grand degré de » justesse dont elle soit susceptible, il faut que les vibrations » de son Régulateur ayent le plus parfait Isochronisme, & *la » plus grande liberté possible*.

Si l'on consulte l'Article IIe. de la seconde Partie, auquel M. L. R. renvoie le Lecteur, on y voit qu'en effet il traite de l'Isochronisme; mais quant à *la plus grande liberté possible du Régulateur*, il dit seulement à la fin de l'Article: » Ce qui précede nous prouve déja que le mieux, sans aucune » comparaison, sera toujours, comme je le démontrerai plus » positivement ci-après, de donner aux vibrations du Balancier » la plus grande liberté possible ».

Mais il auroit fallu dire de quoi dépend cette liberté, en quoi elle consiste, &c. c'est ce qu'on ne trouve dans l'un ni dans l'autre Article, quoique l'un & l'autre se renvoient réciproquement le Lecteur. M. L. R. n'auroit pu établir des principes sur cet objet, comme sur tout ce qui concerne la *Théorie du Régulateur*, qu'en répétant ce que j'avois établi depuis long-temps dans mon *Essai sur l'Horlogerie*.

De l'Echappement à détente &

Je passe à l'*Echappement à détente & à vibrations libres*, sur

lequel M. L. R. prétend avoir des droits inconteſtables & excluſifs. » M. B. (dit-il) rapporte que feu M. *Camus*, » lui avoit dit que défunt M. *du Tertre*, avoit eu le premier » cette idée ; il aſſure en outre qu'en 1754, il en avoit ima- » giné un de cette eſpèce, & que, dans ſon voyage à Lon- » dre en 1766, M. *Mudge* lui en avoit montré un ſemblable. » On ſent aſſez à quel deſſein il fait toutes ces citations ; mais » elles ne peuvent empêcher qu'en 1748, l'Académie n'ait dé- » claré, en parlant du premier échappement à vibrations libres » qui eut paru & que je lui avois préſenté, que l'*idée lui en* » *paroiſſoit neuve & ſuſceptible de beaucoup d'avantages.*

à vibrations libres. M. L. R. n'en eſt pas le premier Inventeur.

Il eſt très-ſûr qu'en 1748, M. L. R. préſenta un Echappement à l'Académie ; il eſt très-ſûr que l'Académie dit alors que l'idée *lui en paroiſſoit neuve* : quel étoit cet Echappement ? L'Académie ne le dit pas. Mais M. L. R. peut-il nous dire aujourd'hui, en ſuppoſant que ce fût un Echappement à vibrations libres, que l'idée en étoit *neuve* ? Peut-il exiger que nous croyions que ſon Echappement de 1748, étoit *le premier* de ce genre *qui eut encore paru* ? Et ſeroit-il poſſible qu'il eut oublié ce qu'il nous en a dit lui-même dans ſes *Etrennes Chronométriques* pour l'année 1759 (*a*) ? Je vais lui remettre ſes propres paroles ſous les yeux. » Convaincu (diſoit-il) de la vérité du » ſentiment de *Deſcartes*, j'entrepris, en 1751, de faire une » Pendule allant huit jours avec une ſeule roue dans ſon mou- » vement. Ce qui me donna l'idée de cette conſtruction fut » un Echappement de Montre à repos & *à détente* que je pré- » ſentai à l'Académie en l'année 1748, & dont elle porta un » jugement favorable qu'on peut voir dans ſes Mémoires pour » cette année. *Ma penſée n'étoit pas auſſi neuve que je me l'étois* » *figuré :* MM. du Tertre *fils*, *Artiſtes recommandables à tous* » *égards*, *me montrerent peu après un modele de Montre de feu* » *M. leur Pere*, & *que M.* du Tertre *l'aîné doit avoir encore.* » Ce modele, fort différent de ma conſtruction, *eſt cependant*

(*a*) *Etrennes Chronométriques* pour l'année 1759, par M. L. R. l'aîné fils, de l'Académie Royale d'Angers ; à Paris, chez l'Auteur, aux Galleries du Louvre ; *page* 88.

» *le même*, quant au but qu'on s'y est proposé : *le mouvement*, » *dans l'un & dans l'autre, n'est restitué au Régulateur que toutes* » *les deux vibrations*, &c. « & plus bas on lit ce qui suit : » La » liberté du Régulateur procurée, dans l'Echappement de M. » *du Tertre*, par une *détente* que formoit un long levier, arrêté » pendant deux vibrations par l'arbre du Balancier, & mû par » une ancre qui lui étoit adaptée, me sembloit donc fort » avantageuse, &c.

Feu M. Camus, n'avoit donc pas tant de tort, quand je lui fis voir, en 1754, mon Echappement *à détente & à vibrations libres*, de me dire que depuis long-temps *défunt M. du Tertre* en avoit proposé & employé un pareil ? Nous nous trouvons, M. L. R. & moi, dans le même cas ; nous avions été devancés pour une invention qui a dû se présenter à plusieurs Artistes : mais M. L. R. veut se l'approprier exclusivement, & j'en ai fait hommage au contraire à M. *du Tertre*, comme à celui qui l'avoit proposée le premier ; quoique assurément je n'eusse connoissance d'aucun Echappement de cette espèce, quand je proposai le mien exécuté à M. *Camus*. On sent bien pourquoi M. L. R. est si jaloux de cette invention : il est persuadé que *c'est par l'Echappement qu'ont échoué la plupart des tentatives qu'on a faites pour découvrir les Longitudes par l'Horlogerie* (*a*), & que l'Echappement à détente & à vibrations libres est exempt de tous défauts. Je suis bien éloigné de penser comme lui à cet égard ; mais ce n'est pas ici le lieu d'entamer une discussion qui nous méneroit trop loin : je crois d'ailleurs qu'on peut employer avec un égal succès des Echappemens de nature très-différente ; & ceci n'est pas une opinion ; c'est un fait : la Montre Marine de M. *Harrison*, celle de M. L. R. & mon Horloge, ont toutes les trois des Echappemens qui différent essentiellement, soit dans leur principe, soit dans leur exécution (*). Au reste, je ne ferai aucune difficulté d'employer

(*a*) *Mesure du Temps en mer*, page 32.

(*) Dans mes Horloges N°. 6, N°. 8 & N°. 19, j'ai employé un même Echappement semblable à celui du N°. 1, à la différence près des palettes qui sont formées de rubis dans les dernieres : j'ai tenté l'application de mon Echappement à vibrations libres dans l'Horloge N°. 9, & l'ai ensuite supprimé pour des defauts que j'y ai reconnus, & je suis revenu à celui en rubis.

l'Echappement à vibrations libres, si les expériences que je me propose de répéter me prouvent jamais qu'il est préférable à tout autre ; & en cela, j'en userai comme d'un bien propre, & je ne croirai avoir copié, en aucune façon, ni M. L. R. ni M. *du Tertre* : car je ne connois pas la disposition de l'Echappement de ce dernier; & on peut voir que ceux que j'ai proposés, en ce genre, dans mon *Traité des Horloges Marines* (a), différent de l'Echappement dont M. L. R. nous a donné la description dans sa *Mesure du Temps en mer* (b). Je ne disputerai point d'ailleurs contre la préférence que M. L. R. croit que son Echappement doit avoir sur le mien : il est si naturel d'aimer ses enfans, quand ils ne seroient qu'adoptifs.

Le Méchanisme que nous avons employé pour compenser les effets de la chaleur & du froid, differe absolument dans les Montres de M. L. R. & dans mes Horloges Marines. M. L. R. n'a pas pu dire ici que je l'avois copié ; mais pour tâcher de ne me laisser rien en propre, il appelle mon Méchanisme de compensation *le gril de M. Harrison* : j'ai prouvé qu'il m'appartient, & que je n'ai copié personne (*ci-devant pag.* 38 & 39). On voit bien-tôt où M. L. R. en veut venir ; il veut qu'on croie que je ne suis qu'imitateur, & que lui au contraire est toujours original. Le méchanisme de compensation employé par M. L. R. est imité de *Graham*.

Le moyen de compensation (dit-il, page 31 du *Précis*), auquel, j'ose le dire, personne n'avoit pensé jusqu'à moi, c'est de *faire transporter par quelqu'agent physique une partie de la masse du Balancier, proportionnelle au degré de chaleur qu'il éprouve, de sa circonférence vers le centre.* M. L. R. a soin de prévenir l'objection qu'il prévoyoit qu'on ne manqueroit pas de lui faire contre la prétendue originalité de cette compensation. On peut voir (dit-il dans la note *a* page 32 du *Précis*), en parlant d'un moyen de compensation, imaginé anciennement par M. *Graham* : « on peut voir quelque rapport entre cette construction & ma compensation dans les » Montres Marines ; mais je me persuade que les personnes

(a) N°s. 281, 283, 967, 969, 970, 971 & plusieurs autres. Voyez aussi N°s. 1001, 1002 & suiv.

(b) Page 31 & suiv.

» impartiales le trouveront fort indirect & fort éloigné ». Quoi qu'en puisse dire M. L. R. ce rapport paroîtra beaucoup plus direct & moins éloigné qu'il ne voudroit qu'on le pensât : en effet quel étoit la fonction du Thermometre de Mercure que M. *Graham* adaptoit au Pendule, pour le rendre isochrone par les différentes températures ? La même que celle des Thermometres, que M. L. R. adapte à l'axe de son Balancier : M. *Graham employoit*, comme M. L. R. *un agent physique*, *à transporter une partie de la masse du Pendule, proportionnelle au degré de chaleur qu'il éprouve, du centre de gravité, vers le centre d'oscillation* ; de maniere que le centre de gravité du Pendule se trouvât toujours à une même distance de son centre d'oscillation. J'ose dire que ce moyen de compensation doit paroître aux personnes *impartiales* le même que celui que M. L. R. emploie pour le Balancier de sa Montre Marine (*a*).

La seule différence qu'on puisse trouver entre le Thermometre de M. *Graham*, & celui de M. L. R. c'est que M. *Graham* n'employoit que du mercure, & que M. L. R. pour augmenter l'effet de la compensation, compose ses Thermometres de mercure & d'esprit-de-vin, (Voyez page 41 de la *Mesure du Temps en mer* ;) mais cette différence dans la construction n'a pas dû exiger beaucoup de recherches de la part de M. L. R. J'ai donné la construction de semblables Thermometres, *composés de mercure & d'esprit-de-vin*, dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, N°. 701, & représentés Planche XIV, fig. 7.

Je ne veux pas faire la critique des Thermometres de M. L. R. mais l'expérience ne justifie-t-elle pas ce que j'ai dit ;

(*a*) On peut voir, dans mon *Traité des Horloges Marines*, page 88, que j'avois fait usage d'un moyen dont le principe est le même, dans un premier Projet que j'avois déposé à l'Académie. Mais, à l'examen, je reconnus que ce moyen de compensation, suffisant peut-être pour un Pendule, ne pourroit être exact pour un Balancier, dont il est capable de troubler l'équilibre.

Voyez aussi la Note (*b*) de la page 529 du *Traité*, laquelle faisoit partie d'un Mémoire déposé à l'Académie le 29 Août 1764. J'ignore si dans ce temps M. L. R. faisoit déja usage du moyen de compensation qu'il décrit en 1770 ; mais il est à présumer qu'il ne s'en étoit pas servi dans sa premiere Montre de 1763, qui avoit *trois pieds* de longueur, & dans laquelle, sans doute, il faisoit usage d'un des expédients qu'il proposoit dans son Projet de 1754. (Un Thermometre métallique).

en parlant de cette méthode, dans mon *Traité des Horloges Marines*, (N°. 260)? On verra ci-après, dans l'Article III, que le Thermometre de sa Montre *A* fut cassé, dans l'épreuve sur *la Flore*, par un choc que reçut la caisse de cette Montre; & qu'on a supposé que des variations observées dans son autre Montre *S*, devoient être attribuées au mélange que le même choc avoit occasionné dans les liqueurs des Thermometres de cette Montre. L'expérience justifie aussi la solidité & l'effet de mon Méchanisme de compensation, & doit nous rassurer contre l'objection de M. L. R. qui craint bien (dit-il, page 32 du *Précis*), que 16 tringles, ajustées par des chevilles & des traverses, ne paroissent au plus grand nombre d'Artistes un appareil difficile à arranger avec la solidité convenable, &c.

Il me reste à parler des moyens qu'on peut employer pour éprouver une Horloge Marine à différents degrés de chaleur.

M. L. R. veut s'attribuer l'idée d'avoir éprouvé les Montres Marines dans une Etuve: j'en avois publié l'usage six ans avant qu'il s'avisât d'en faire l'application.

» Pour parvenir (dit M. L. R. page 28 du *Précis*) à com- » penser avec exactitude les erreurs qui résultent de la chaleur » sur les Montres Marines, il faut d'abord avoir un moyen sûr » de se procurer à volonté différents degrés de chaleur uni- » formes, constans, & de longue durée. On les obtiendra » aisément par des lampes. Pour cet effet, » &c. Suit la description de son *Etuve*.

» On apperçoit (continue-t-il) les avantages d'une semblable » *Etuve* dans nombre de cas, où le Physicien & l'Artiste ont » besoin d'un degré de chaleur constant & durable. Si je m'en » étois servi plutôt, on eut sans doute été plus content de mes » ouvrages, dans les Campagnes que j'ai faites sur l'*Aurore* & » sur l'*Enjouée*; mais, je dois l'avouer; quoique ce moyen soit » tiré d'un Mémoire que j'ai remis à l'Académie, il y a trois ans, » (le premier Septembre 1769 (*a*)); cette même fatalité, par » laquelle l'Auteur du *Traité des Horloges Marines* a trouvé » le principe de l'Isochronisme des Ressorts, 18 mois après que » je l'eus annoncée (*b*), a encore influé ici: *cette Etuve* est dé-

(*a*) Voyez le Certificat de l'Académie, page 46 du Précis.

(*b*) On a vu ci-devant (*pages* 43 & suiv.) la Reponse à cette ingénieuse ironie.

» crite, page 497, Planche 26 du *Traité*, &c. avec quelques » légers changemens ».

Qui oseroit douter, en lisant ce que je viens de transcrire; que M. L. R. ne soit en effet le premier qui ait imaginé d'éprouver les Horloges Marines dans une *Etuve*, & que je ne sois son *Copiste?* Le ton assuré & ironique avec lequel il annonce sa prétendue invention, & mon prétendu plagiat, semble même interdire tout examen : j'oserai cependant me permetre d'en faire un, & je prouverai évidemment qu'en effet il y a un *Copiste*; & que ce n'est pas moi.

M. L. R. convient lui-même que ce n'est que *depuis trois ans* qu'il a imaginé *l'Etuve*: il conste d'ailleurs, par le certificat de l'Académie, que ce ne fut que le *premier Septembre de l'année* 1769, que M. L. R. déposa son projet d'*Etuve*. Mais, dès le *premier Janvier 1763*, c'est-à-dire, *six ans seulement auparavant*; j'avois publié dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, (N°. 1680 & suiv. Tome II & Planche XXIV) la description & le dessein de *l'Etuve* dont je me servois pour faire mes expériences sur la chaleur: j'ai rapporté dans le même Ouvrage, (N° 2204 & suivants) les expériences que j'avois faites avec cette même *Etuve* sur mon Horloge Marine, N°. 1, exécutée avant 1761 : la petite *Etuve*, dont on trouve la description & le dessin dans mon *Traité des Horloges Marines*, étoit exécutée en 1768, & M. *Goussier*, célebre Dessinateur, la dessina chez moi cette même année, d'après la Machine même qu'il avoit sous les yeux : elle m'a servi à faire mes expériences sur les Horloges, N°. 6 & N°. 8, qui étoient parties pour *Rochefort* dans le mois de Septembre de cette même année 1768, (*a*). Et M. L. R. qui n'a imaginé de se servir d'une *Etuve* (comme il l'avoue lui-même) que le premier Septembre 1769, nous dit hardiment qu'il est le *premier* qui se soit servi d'une *Etuve* pour éprouver les Horloges Marines, & que par une suite de la *fatalité* attachée à mes découvertes, je n'ai eu cette idée que 18 mois après lui. Quand même le Projet

(*a*) J'avois fait construire cette petite *Etuve* pour qu'elle pût être transportée facilement, & afin de pouvoir faire mes expériences dans mon Laboratoire même, où la grande *Etuve* qui est décrite dans mon *Essai* eût été trop embarrassante.

d'Etuve

d'Etuve de M. L. R. eût été déposé depuis 20 ans à l'Académie, je n'aurois pu en avoir connoissance ; mais M. L. R. a eu sous les yeux, depuis le commencement de 1763, la description & le dessin de ma grande *Etuve*; & j'ose croire que c'est une Machine un peu différente du *panier d'osier & des couvertures* de M. L. R. (*a*). Mon *Etuve* sert non-seulement à y éprouver l'effet de la chaleur sur des Horloges Marines; mais les précautions infinies que j'ai employées pour sa construction, la rendent susceptible d'y faire les expériences les plus délicates sur la chaleur, telles que celles qui m'ont servi à établir le rapport des dilatations des différens métaux, à régler les longueurs des différentes pieces qui forment les Pendules composés, à éprouver ces Pendules, &c. On peut voir dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, les différens usages auxquels j'ai employé mon *Etuve*.

Je suis bien loin de regarder comme un mérite de m'être servi le premier d'une Etuve pour connoître l'effet de la chaleur sur des Horloges Marines, & je n'en aurois pas parlé si ce n'étoit pour faire connoître l'acharnement que M. L. R. met à tenter de me dépouiller, même dans les inventions qui doivent paroître les plus indifférentes. Je n'ai jamais fait mention dans aucun de mes Ouvrages des moyens que j'ai imaginés pour me procurer, même au fort de l'été, un *froid artificiel* à 5 degrés au-dessus de la congélation, & même à un degré inférieur ; j'ai pensé que tout le monde pouvoit en imaginer de pareils ou d'équivalens, sans aucun effort d'imagination : sans doute, si j'en eusse parlé, M. L. R. n'eut pas manqué d'en mettre d'autres en opposition, & de chercher à faire croire qu'il en avoit fait usage long-temps avant que j'y songeasse.

Je pourrois faire encore bien des réclamations, bien des récriminations ; mais cet article est déja trop long pour le plus grand nombre des Lecteurs, & il l'est assez pour le petit nombre de ceux qui peuvent s'intéresser véritablement à ces sortes de discussions.

CONCLUSION. J'ai prouvé que la Montre Marine actuelle de M. L. R. ne ressemble en rien à celle qu'il présentoit en 1754;

(*a*) Voyez la description de son Etuve, page 28 du *Précis*.

j'ai prouvé que plusieurs principes qu'il a employés dans sa nouvelle Montre, & notamment tout ce qui concerne le choix & la disposition du Régulateur, sont conformes à ce que j'ai prescrit dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, à ce que j'ai exécuté dans toutes mes Horloges, qui toutes sont conformes à la Théorie établie dans mon *Essai*, & même aux dispositions qui y sont consignées : or mon *Essai* a été public, *onze mois* avant que M. L. R. présentât pour la premiere fois une Montre Marine; *cinq ans* avant qu'il l'ait annoncée au Public; *sept ans* avant qu'il en ait donné la description: donc je suis bien fondé à conclure que les choses qui sont communes à mes Horloges & à la Montre de M. L. R. & dont il n'étoit pas fait mention dans son Projet de 1754, ont été prises de mon *Essai sur l'Horlogerie*: donc je suis bien fondé à conclure que M. L. R. a pu me copier, & qu'il m'a copié.

ARTICLE TROISIEME.

Tableau des différentes Épreuves qui ont été faites en France pour la vérification des Machines propres à déterminer les Longitudes en Mer par la Mesure du Temps.

Epreuve de ma Montre Marine N°. 3, *sur la Corvette l'*Hirondelle, *en* 1764.

La premiere Épreuve d'Horloge Marine qui ait été faite en France, est celle de ma Montre Marine N°. 3. Dans le mois d'Octobre de l'année 1764, Sa Majesté fit armer au Port de Brest la Corvette l'*Hirondelle*, sous le commandement de M. le Chevalier de Goimpy. Cet Officier, ainsi que M. Duhamel du Monceau, & M. l'Abbé Chappe d'Auteroche, Membres de l'Académie Royale des Sciences, furent chargés conjointement d'éprouver en mer ma Montre Marine N°. 3,

dont on trouve la description dans mon *Traité des Horloges Marines*. Le Rapport qui contient le résultat de cette Epreuve fut lu par M. l'Abbé Chappe à la rentrée publique de l'Académie des Sciences le 14 Novembre 1764, sous le tire de *Mémoire sur les Observations faites par ordre du Roi, pour l'examen de l'Horloge Marine de l'invention de M. Berthoud, Horloger de Paris, & Membre de la Société Royale de Londres*. Ce Mémoire m'a été remis en original par M. Chappe, frere de feu M. l'Abbé Chappe, tel qu'il a été trouvé dans les papiers de cet Astronome & corrigé de sa propre main. Je l'ai fait imprimer en entier dans mon *Traité des Horloges Marines* (page 539 & suiv.) Quoique ce Rapport n'ait point été inséré, comme il eût dû l'être, dans les Mémoires de l'Académie pour l'anné 1764, il doit cependant s'en trouver une copie au Secrétariat de l'Académie, puisque le Mémoire a été lu dans une séance publique ; il doit au moins en être fait mention sur ses Registres.

Je vais extraire du Rapport de M. l'Abbé Chappe, les résultats qui peuvent donner une idée de la marche de ma Montre Marine dans cette premiere Epreuve.

Résultats de l'Épreuve.

» On voit par la Table des Observations que, le 7 Octobre, » l'Horloge Marine étoit en retard sur le Midi moyen de Brest, » de 13″ : si elle avoit été parfaitement réglée sur le moyen » mouvement, & si sa marche avoit été uniforme, elle auroit » toujours retardé exactement de cette quantité, ou les diffé- » rences observées entre les Midis, auroient été les mêmes que » celles que donnent les calculs ; mais les observations du 7 » au 9 font connoître que l'Horloge a avancé de 4″, 8, dans » deux jours, ou de 2″, 4 dans 24 heures : ce qui prouveroit » que l'Horloge n'étoit point parfaitement réglée sur le moyen » mouvement. Si elle avoit d'ailleurs une marche uniforme ; » dans ce cas, elle auroit avancé chaque jour de la même » quantité, ou de 2″, 4, tandis que, du 9 au 10, elle avança » de 5″, 5 : ce qui indique une variation de 3″, 1, dont » elle a trop avancé.

» Depuis le 7 jusqu'au 10, l'Horloge avoit avancé ; mais,

» depuis ce jour, elle retarda de 3″ dans 4 jours, ou de 45‴ » en 24 heures; du 14 au 15, de 18″, 1, dans 4 jours, ou » de 4″, 5 dans 24 heures; du 18 au 23, de 45″, 3 dans 5 » jours, ou de 9″, 1 dans 24 heures; & du 23 au 24, de » 10″, 5. Pour apprécier l'erreur de l'Horloge de M. Berthoud, » comprise entre les termes les plus éloignés des observations, » le 7 & le 24 Octobre, je supposerai sa marche telle qu'elle » a été déterminée avant qu'elle fut en mer : elle a d'abord » avancé de 3″, 1 dans 24 heures, du 10 au 14; dans la pre- » miere hypothese où elle avançoit de 3″, 1 par jour, elle » auroit donné le midi, le 24, à 11 h 44′ 59″, 5, si sa mar- » che avoit été constante. Il fut observé à 11 h 43′ 0″, 2 : » d'où il résulte une variation dans l'Horloge de 1′ 59″, 3 » dans 17 jours, ou de 7″ dans 24 heures : l'erreur n'auroit été » que de 1′ 43″, 4, en supposant qu'elle n'avançoit que de » 2″, 4 dans 24 heures, ainsi qu'il résulte des observations du » 7 au 9.

» Dans la derniere hypothese, l'Horloge retardoit (*a*), de » 45‴ en 24 heures, du 10 au 14 : ainsi dans 17 jours, elle » auroit dû retarder de 12″, 8; & alors elle auroit dû mar- » quer le midi le 24, à 11 h 43′ 54″, tandis qu'il a été » observé à 11 h 43′ 0″; ce qui donne 54″ d'erreur dans 17 » jours, ou 3″, 1 dans 24 heures, en distribuant également l'er- » reur sur les 17 jours.

» On voit par ces différens résultats que l'Horloge de M. » Berthoud n'a pas à la vérité le degré de précision qui est à » désirer pour la découverte de Longitudes; mais il lui sera » d'autant plus facile de remédier à ces écarts, qu'il paroît qu'ils » sont indépendans du mouvement du vaisseau, mais qu'ils » dépendent d'une partie de frottement à laquelle il a prévu » dans sa nouvelle Horloge Marine, dont l'exécution exigeoit » préalablement qu'il eût fait quelques expériences en mer qui » pussent le mettre à même de connoître les parties de sa

(*a*) Il y a une faute d'impression à la page 544 du *Traité des Horloges Marines*, ligne 6 par en bas : on lit la Pendule *avançoit* : lisez, *retardoit*.

» Montre qui demandoient d'être perfectionnées, & les obstacles » qu'il avoit à craindre des mouvemens du vaisseau, sur lesquels » il n'avoit jamais été à portée de faire aucune expérience.

» M. Berthoud étant certain, par cette premiere épreuve, » de la cause qui a produit ces écarts, on a tout lieu d'espérer » qu'une seconde épreuve ne laissera rien à désirer sur la per- » fection des Machines de cet habile Artiste, qui mérite, à » tous égards, les plus grands encouragemens du Gouverne- » ment & du Public ».

Je ne prétends point rapporter cette Epreuve comme une épreuve bien rigoureuse ; la Corvette n'avoit tenu la mer que pendant *quatre jours* en deux sorties ; mais on a fait des Epreuves postérieures à celle-ci pendant lesquelles les Montres qu'on éprouvoit n'ont été exposées aux effets de la mer que pendant quelques heures : les expériences qu'on peut faire *à terre* ne prouvent rien pour des Horloges Marines. Mon objet, en rapportant le résultat de cette Epreuve a été seulement de prouver que la premiere Epreuve de Montre Marine qui aït été faite en France, est celle de ma Montre N°. 3.

J'avois construit ma Montre Marine dans la vue de réduire, autant qu'il étoit possible, le volume des Horloges qu'on destine pour l'usage des Navigateurs ; mais cette considération bien pesée m'ayant paru ne pas mériter qu'on y eût beaucoup d'égards, je me déterminai à construire des Horloges à *Poids*, comme je l'avois annoncé dans mon *Essai sur l'Horlogerie*, ce moteur étant préférable à tout Ressort, tant par l'égalité qui doit en résulter pour la force motrice, que par la solidité & la sûreté de la Machine. Cependant, pour satisfaire à l'empressement de M. l'Abbé Chappe qui désiroit d'emporter ma Montre Marine N°. 3, dans le voyage qu'il alloit faire en *Californie*, pour y observer le passage de Vénus, je me déterminai à faire à cette Machine les corrections qni m'avoient été indiquées par l'Epreuve de 1764. Voyez dans mon *Traité des Horloges Marines* (page 545) le *récépissé* que m'en fit M. l'Abbé Chappe, le 16 Septembre 1768.

Cette Montre est livrée en 1768.

Pour mettre le Lecteur à portée de juger du succès des

à M. l'Abbé Chappe, pour en faire usage dans son voyage en Californie.

corrections que j'avois faites à ma Montre, & de l'utilité dont cette Machine a été pour M. l'Abbé Chappe, dans son *Voyage* en *Californie*, je vais transcrire ce qui en est rapporté dans le Journal de cet Astronome (*a*) page 102 & suiv.

Son erreur sur la Longitude après une traversée fort orageuse de 75 jours, n'est pas de dix lieues, en mettant tout au pis.

» M. l'Abbé Chappe (est-il dit) avoit emporté avec lui une » Montre Marine, qui, du Havre à Cadix, & dans le reste » du voyage *avoit toujours annoncé la terre avec la plus grande* » *exactitude*. Le 7 Février 1769, M. Chappe se trouvant pro» che de la pointe de l'Isle de la Dominique, la Montre donna » la Longitude de 315^d 32'. Or la Carte de Sople, publiée » par M. Buache en 1740, la donne de 315^d 47'. Suivant » M. Bellin, dans sa Carte de 1766, cette Longitude n'est » que 315^d 2'.

» On voit donc, qu'admettant comme la meilleure la Lon» gitude de la Carte qui differe le plus de celle de la Montre » Marine, *l'erreur de cette Montre n'étoit que d'environ* 10 *lieues*, » (*après soixante quinze jours* d'une traversée fort orageuse, » comme on va le voir ci-après.)

Elle sert à corriger une erreur de trois degrés dans les Cartes Marines.

» Trente sept jours après, c'est-à-dire, le 14 Mars, M. » Chappe étant à Vera-Crux, détermina le midi vrai à la » Montre Marine à 6^h 4' 59" $\frac{1}{3}$. L'avance connue & détermi» née de cette Montre sur le temps moyen, devoit être ce » jour-là de 41" 18''', ce qui donne le temps moyen à Cadix, » au moment du midi vrai de Vera-Crux, de 6h 4' 18", 2; » d'où retranchant 9' 21" 18''' pour l'équation du temps, on » aura 5h 54' 46" 54''', pour l'heure vraie de Cadix; y ajou» tant 34' 16", différence des Méridiens de Cadix & de Paris, » on aura 6^h 29' 13" ou 97d 18^m $\frac{1}{4}$, pour la différence de » Longitude entre Paris & Vera-Crux, qui se trouve plus » occidentale.

» La Carte dédiée & envoyée à l'Académie en 1768, » (par Don Joseph-Antoine de Alzate y Ramirez) place Vera-

(*a*) Voyez le *Voyage en Californie* pour l'observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, le 3 Juin 1769, &c. par feu M. l'Abbé Chappe, &c. A Paris, chez Charles-Antoine Jombert. 1772.

» Crux par $101^d\ 30^m$ à l'Occident de Paris. Dans le Neptune » François, cette Longitude est de $100^d\ 17^m$

» On voit donc que la moindre erreur des Cartes sur la » Longitude de Vera-Crux est de 3 degrés.

» Quoique cette détermination de Longitude de Vera- » Crux par la Montre Marine ne soit pas aussi exacte ou aussi » exempte de doute que si elle avoit été déduite d'observa- » tions astronomiques nombreuses & bien faites ; néanmoins » on peut inférer que cette Longitude ne peut être que peu » différente de la véritable, & sur-tout qu'elle est préférable » à celle que donnent les Cartes. En effet, depuis Cadix jus- » qu'à la Dominique, *la traversée a été de 75 jours & fort ora-* » *geuse ;* néanmoins on ne peut taxer la Montre que d'une » erreur tout au plus de 10 lieues (*a*) dans la Longitude de la » Dominique. Or de la Dominique à la *Vera-Crux*, il n'y » a eu que 37 jours d'intervalle ; ce feroit donc mettre tout » au pis que de supposer une erreur de 15 lieues dans la Lon- » gitude de Vera-Crux, déterminée par la Montre Marine.

» D'ailleurs l'erreur des 3 degrés se trouvera bien-tôt con- » firmée, par rapport à un autre lieu peu éloigné de la Vera- » Crux, par des observations même Astronomiques ».

Ce lieu peu éloigné de Vera-Crux, est la Ville de Mexico; dont M. l'Abbé Chappe a déterminé la différence de Méridien à l'Occident de Paris, de $101^d\ 25^m$ par des observations d'Eclipses des Satellites de Jupiter ; (mais les observations correspondantes n'ont pas pu être faites à Paris, elles ne sont que calculées) : de $99^d\ 26^m\ \frac{1}{4}$ par l'Eclipse de Lune du 12 Décembre 1769 ; de $102^d\ 28^m$ par l'observation du passage de Vénus, (en supposant, avec M. de la Lande, la parallaxe du Soleil de $8''\ \frac{1}{2}$). Cette derniere détermination sera certainement préférable à toute autre, si la parallaxe supposée est la véritable, comme on n'en peut guere douter maintenant, &

(*a*) On lit 100 lieues dans le *Voyage* (page 103) ; mais c'est évidemment une faute d'impression, puisqu'on a vu précédemment, d'après la comparaison de la longitude de la Montre à celle des Cartes ; que l'erreur à l'atterrage sur la Dominique, n'étoit tout au plus que de *dix* lieues.

si l'heure du contact a été bien déterminée. Dans la *Connoissance des Temps*, on a supposé jusqu'à présent la Longitude de Mexico de 106 d Don J. de Alzate, place cette Ville dans sa Carte, par 104 9'. On voit donc que la plus petite erreur sur la Longitude de Mexico, celle de la Carte de D. J. de Alzate, étoit encore jusqu'à ce jour de 2 d 44'. (Voyez le *Voyage en Californie*, page 104 à 106, d'où ces derniers résultats ont été extraits).

On peut conclure de ce que je viens de rapporter, qu'indépendamment de l'utilité continuelle dont ma Montre Marine N°. 3 a été à M. l'Abbé Chappe, pour régler sa route dans les traversées de Cadix à la Dominique, & de la Dominique à la Vera-Crux, elle a encore servi à faire reconnoître une erreur d'environ trois degrés sur la Longitude d'une partie du continent de l'Amérique : erreur confirmée d'ailleurs par les observations astronomiques, que M. l'Abbé Chappe a faites à Mexico. On doit remarquer encore, que lorsque la Montre a déterminé la Longitude de Vera-Crux, telle qu'elle est confirmée par les observations faites à Mexico, il s'étoit écoulé depuis le départ de Cadix, où la Montre fut réglée, 102 jours de navigation, divisés en deux traversées, dont une de 75 jours avoit été fort orageuse.

Epreuve des Montres Marines A *&* S *de M. L. R. sur la Frégate l'*Aurore *en* 1767.

Les résultats que je vais rapporter de cette Epreuve sont extraits du *Journal du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux* (*a*).

L'Epreuve est divisée en deux *périodes* : la premiere de 31 jours depuis le 24 Mai, époque des dernieres Observations, faites à la premiere vérification du *Havre*, jusqu'au 24 Juin, époque de la vérification faite à *Roterdam* : la seconde de 46 jours, depuis

(*a*) Journal du *Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux* sur la Frégate l'Aurore, pour essayer, par ordre de l'Académie, plusieurs Instruments relatifs à la Longitude, mis en ordre par M. *Pingré*, &c. A Paris, de l'Imprimerie Royale. 1768.

depuis le 15 Juillet à *Amsterdam*, jusqu'au 30 Août au *Havre*.

Dans la premiere période, M. L. R. n'avoit soumis que la Montre *A* (*a*) à l'examen de MM. les Commissaires, nommés par l'Académie des Sciences (M M. Pingré & Messier) : il avoit réservé la seconde, ou la Montre *S* (*b*) pour les expériences particulieres que lui-même se proposoit de faire. Dans la deuxieme période, les deux Montres furent livrées à MM. les Commissaires ; & en leur remettant la Montre *S*, le 5 Juillet, M. L. R. déclara que s'il ne l'avoit pas plutôt remise, *c'est qu'il avoit plus de confiance en la premiere*, (*qui étoit la Montre A*.) (*c*).

Cherchons d'abord à évaluer la durée réelle de chaque période.

Durée de l'Épreuve en mer dans la premiere période, *soixante-cinq heures* en 2 reprises.

Dans la premiere, qui comprend 31 jours, la Montre *A*; la seule soumise à l'examen, fut embarquée le 25 Mai, & débarquée le 27 : rembarquée le 5 Juin, & débarquée le 7 : rembarquée le 19 Juin, & débarquée le 23. On peut vérifier les époques dans le *Journal* de M. le Marquis de Courtanvaux (*d*) ; c'est-à-dire, que des 31 jours compris dans la période, la Montre en a passé *huit* à bord : le reste du temps, elle étoit établie à terre dans le lieu qu'on avoit choisi pour en faire un Observatoire. Mais ces huit jours se réduisent encore à quelques heures d'*épreuve en mer*, en déduisant des 8 jours le temps que la Frégate a passé dans un Port. Pour s'en convaincre, il suffit de rapprocher les époques des départs & des arrivées, telles qu'on les trouve dans le *Journal* de M. le Marquis de Courtanvaux.

					Heures passées à la mer.
(*e*) Départ du *Havre*	le 25	Mai,	à 7 h. $\frac{1}{4}$	du mat.	...26 $\frac{1}{4}$.
(*f*) Arrivée à *Calais*	le 26	......	à 11 h.	du mat.	

(*a*) Il est dit page 78 du Journal de M. L. M. de C. que cette Montre fut cotée N°. 1 ; mais comme dans toutes les Epreuves postérieures à celle-ci, cette Montre a été désignée par la lettre initiale *A*, du mot *Ancienne*, nous lui conserverons ici la même dénomination.

(*b*) Cette Montre est désignée par le mot de *Seconde* dans le Journal ; mais dans la suite elle a été connue sous la dénomination de Montre *S*.

(*c*) *Ibid*. page 227.

(*d*) *Ibid*. pages 91, 93, 104, 133 ; 156 : 171.

(*e*) Ibid. page 91.

(*f*) *Ibid*. page 92.

				Heures passées à la mer.
(c) Départ de *Calais*	le	6 Juin,	à 7 h. du mat.	....6 ½.
(d) Arrivée à *Dunkerque*	le	6......	à 1 h. ½ du soir.	
(e) Départ de *Dunkerque*....	le	20......	à 3 h. ½ du mat.	...32.
(f) Arrivée à *Roterdam*.....	le	21......	à 11 h. ½ du mat.	

L'épreuve de la Montre *A, à la mer*, dans la premiere période de 31 jours, a donc duré *soixante-cinq heures*, en trois reprises différentes.

Formons-nous tout de suite une idée de la durée de la deuxieme période, avant que de passer à l'examen de la marche des Montres.

Durée de l'Épreuve en mer dans la seconde période, *quatre jours trois quarts*, en sept reprises.

La Montre *A* & la Montre *S* furent toutes deux soumises à l'examen, dans la deuxieme période : elles furent embarquées le 21 Juillet, & débarquées le 8 Août : rembarquées le 21 Août, & débarquées le 28 : (*) elles passerent donc *vingt-cinq jours à bord*. Mais voyons combien a duré l'*épreuve en mer*.

				Jours & Heures passées à la mer. Jours. Heur.
(g) Départ d'*Amsterdam*	le	22 Juillet,	à 10 h. du mat.	0...4.
(h) Arrivée à *l'entrée du Texel*.	le	22......	à 2 h. du soir.	
(i) Départ du *Texel*........	le	23......	à 11 h. ½ du mat.	0...5 ½.
(k) Arrivée à *la Rade*	le	23......	à 5 h. du soir.	
(l) Départ de *la Rade*	le	24......	à 9 h. ½ du mat.	0... 4 ½.
(m) Arrivée à *la grande Rade*.	le	24......	à 2 h. du soir.	
(n) Départ de *la grande Rade*.	le	25......	à 9 h. du mat.	0... 2.
(o) Arrivée à *la petite Rade*..	le	25......	à 11 h. du mat.	
(p) Départ du *Texel*	le	3 Août,	à 4 h. du soir.	2 ...3.
(q) Arrivée à *Calais*........	le	5......	à 7 h. du soir.	
(r) Départ de *Calais*........	le	6......	à 11 h. du mat.	0.. 23.
(s) Arrivée à *Boulogne*......	le	7......	à 10 h. du mat.	
(t) Départ de *Boulogne*.....	le	27......	à midi & demi.	0..23 ½.
(u) Arrivée au *Havre*	le	28......	à 11 h. du mat.	

(*) Voyez les pages 263, 288, & 295 309 du *Journal* de M. L. M. de C.
(c) *Ibid.* page 124.
(d) *Ibid.* page 125.
(e) *Ibid.* page 156.
(f) *Ibid.* page 159.
(g) *Ibid.* page 269.
(h) *Ibid.*
(i) *Ibid.* page 270.
(k) *Ibid.*
(l) *Ibid.*
(m) *Ibid.* page 271.
(n) *Ibid.*
(o) *Ibid.* page 271.
(p) *Ibid.* page 280.
(q) *Ibid.* page 286.
(r) *Ibid.*
(s) *Ibid.* page 287.
(t) *Ibid.* page 296.
(u) *Ibid.* page 309.

Le temps que la Frégate a passé sans être à l'ancre, dans la deuxieme période, a été de *quatre jours trois quarts*, en sept reprises différentes, & en comptant encore toutes les promenades qu'elle a faites dans les rades du Texel.

On voit qu'en ajoutant bout à bout toutes les heures que la Frégate a passées *sous voiles* en dix reprises différentes, dans le courant des deux périodes, la totalité de *l'épreuve en mer*, n'a pas duré *huit jours*.

Si M. L. R. vouloit objecter comme une opération nuisible à la régularité de ses Montres, les fréquents transports qu'on a faits de ces Machines, de la Frégate à terre, & de la terre à la Frégate, on lui opposeroit ce qu'il en a dit lui-même, & ce qu'il avoit déclaré avant l'Epreuve. « J'avois fait (dit-il (*a*)) » l'épreuve de ces Montres, dans des fiacres, dans des voitures » de la Cour, sur le chemin de Versailles, &c. *elles n'en avoient* » *souffert aucun dommage*. Le Journal de M. le Marquis de Cour- » tanvaux confirme cette vérité (*b*) : on les avoit transportées » (est-il dit) en divers lieux, soit par terre, soit sur la riviere, » & *rien n'avoit paru interrompre leur Isochronisme* ».

Examinons à présent quelle a été la régularité de ces Montres dans le cours des deux périodes, dont nous avons apprécié la durée réelle.

Examen de la marche de la Montre *A* dans la premiere période.

Le mouvement journalier de la premiere Montre (ou de la Montre *A*) la seule soumise à l'examen pendant la premiere période, avoit été établi, le 24 Mai, au *Havre* : elle accéléroit chaque jour sur le moyen mouvement de 27 secondes, 18 tierces $\frac{1}{2}$ ou 27 ″, 31. « Nous pouvons partir avec assurance (dit l'Au- » teur du Journal) de cet état de la Montre constaté au *Havre* » par de très-bonnes observations (*c*) ».

En tenant compte de cette accélération journaliere, le 28 Mai à *Calais*, la Montre *A* donnoit pour différence de Méridiens entre ce Port & *le Havre* (*d*) 0h 6′ 41 ″ $\frac{1}{8}$. Cette différence

(*a*) Page 13 de l'*Exposé succinct*.
(*b*) Page 61 du *Journal* de M. L. M. de C.
(*c*) Ibid. page 86.
(*d*) Ibid. page 98.

doit être (*a*) de o^{h} 6′ 59″: donc, après 4 jours, *l'erreur de la Montre étoit* de *dix sept secondes & demie* de temps, dont elle a trop accéléré.

Quelques heures de roulis ont produit une erreur de 17″ $\frac{1}{2}$ de temps dans la Montre *A*.

Mais il faut remarquer que de ces quatre jours la Montre n'en avoit passé que deux à bord, & que la Frégate n'avoit tenu la mer que pendant *vingt-six heures*. On rejette l'erreur de 17 secondes $\frac{1}{2}$ sur l'effet des roulis qui ont tourmenté le Bâtiment ; mais on doit convenir que la Montre est bien sensible à ces mouvemens : car nous voyons dans le Journal, (page 91), que, le 25 matin, les vents étoient au Nord-Nord-Ouest, moyens frais, *belle mer*, toutes voiles dehors : ce ne fut que dans l'après-midi que la mer devint *houleuse ;* & la Frégate étoit déja amarée dans le Port de Calais, le lendemain 26, à 11 heures du matin : les roulis n'ont donc pu agiter la Frégate & la Montre que pendant *quelques heures* ; & ce peu de temps a suffi pour produire une erreur dans la Montre de *dix-sept secondes & demie* de temps. Nous allons en voir un second exemple.

Les Observations qu'on fit à *Calais*, le 28 Mai & le 4 Juin, avoient décidé à adopter une nouvelle accélération journaliere dans le mouvement de la Montre, de 27 secondes $\frac{2}{3}$; au lieu que celle qu'on avoit établie au Havre, (*page précédente*) n'étoit que de 27 secondes $\frac{2}{3}$ à peu près. La différence est peu considérable : ainsi il paroit que l'erreur de dix-sept secondes $\frac{1}{2}$ en accélération, n'avoit été qu'accidentelle, & que la Montre, établie à terre, avoit repris à peu près son premier mouvement.

Nouvelle erreur de 22 sec. $\frac{2}{3}$ de temps, produite par 6 heures de navigation.

On calcula d'après la nouvelle accélération journaliere de 27 secondes $\frac{2}{3}$ (*b*) ; & les observations qui furent faites le 7 Juin, à *Dunkerque*, prouverent qu'indépendamment de l'accélération journaliere, la Montre avoit eu une *erreur en accélération* de *vingt-deux secondes deux tiers* de temps. On ne pouvoit pas attribuer ici l'erreur de la Montre à la fatigue qu'avoit éprouvée la Frégate pendant *six heures & demie* de navigation : car on voit dans le Journal, (page 124 & 125), que le temps

(*a*) Longitude du Havre, (page 89 du Journal) o^{h} 8′ 56″. Longitude de Calais (ibid. page 98) o^{h} 1′ 57″ : donc différence, le *Havre* à l'Occident, o^{h} 6′ 59″.

(*b*) Page 134 du *Journal* de M. L. M. de C.

fut très-favorable. Mais M. L. R. prétendit qu'on devoit attribuer cette erreur aux *mouvemens insolites que la Montre avoit éprouvés dans le transport qui s'en fit à bras, depuis le Port jusques à l'Intendance*, où la Montre fut déposée. Mais une Montre qui a la propriété de conserver son isochronisme dans un fiacre, &c. peut-elle être dérangée par les mouvemens qu'elle éprouve étant portée à bras sur une *civiere*, comme elle le fut en cette occasion (*a*)?

Il résulte, comme on le voit, des observations faites à Dunkerque, qu'après la deuxieme sortie, dans laquelle la Frégate avoit été sous voiles pendant *six heures & demie*, la Montre *A* avoit une erreur en accélération de *vingt-deux secondes deux tiers*, en calculant même d'après son mouvement journalier, tel qu'il avoit été vérifié & établi de nouveau à Calais: car cette erreur seroit plus grande de 1 seconde $\frac{1}{3}$, & par conséquent, de *vingt-quatre secondes*, si l'on eut calculé d'après le mouvement qui avoit été établi au Havre.

On établit de nouveau l'accélération journaliere de la Montre à Dunkerque, le 17 Juin, (par un milieu entre le résultat des observations du 7 & celui du 17) de 30 secondes $\frac{2}{3}$ (*b*). Il faut remarquer que, depuis le 24 Mai, c'est le troisieme mouvement journalier différent qu'on emploie pour apprécier la régularité de l'Horloge après chaque sortie : le 24 Mai, 27″ $\frac{1}{3}$: le 4 Juin 27″ $\frac{2}{3}$: le 7 Juin 30″ $\frac{1}{3}$.

Troisieme erreur de 17 sec. $\frac{1}{2}$ produite par 32 heures de Navigation.

En calculant d'après le nouveau mouvement journalier qui avoit été fixé, le 17 Juin, on reconnoît, le 24, à *Roterdam*, que, depuis le 17, c'est-à-dire, après 7 jours, la Montre avoit eu une *nouvelle erreur* en accélération, de *dix-sept secondes & demie* (*c*), qu'on rejette toujours sur le compte des roulis. Dans l'intervalle des deux époques, la Montre avoit passé quatre jours sur la Frégate, & on avoit tenu la mer pendant *trente-deux heures* : c'est à raison d'un peu plus d'une *demi-seconde* d'erreur par chaque *heure* de navigation.

Récapitulation des erreurs recon-

Si l'on récapitule les erreurs de la Montre *A*, reconnues aux

(*a*) Ibid. page 133 du *Journal* de M. L. M. de C.

(*b*) Ibid. page 138.

(*c*) Ibid. page 173.

nues dans la premiere période, selon le calcul du Journal, 57″ $\frac{1}{2}$ de temps pour 64 heures $\frac{1}{2}$ de navigation.

trois époques des vérifications de la premiere période, il résultera, selon le calcul du *Journal*, que :

26 heures de navigation	ont produit 17 sec. $\frac{1}{2}$	d'erreur en accélér.
6 heures $\frac{1}{2}$	ont produit 22 $\frac{1}{2}$	id.
32 heures	ont produit 17 $\frac{1}{2}$	id.

C'est-à-dire, que *soixante-cinq heures & demie* de navigation ont produit en tout } 57 secondes $\frac{1}{2}$ d'erreur.

La somme des erreurs de la Montre *A*, pour 65 heures $\frac{1}{2}$ de Navigation, seroit de une minute 20 sec. $\frac{1}{6}$, de temps, si l'on n'eût pas rectifié deux fois le mouvement journalier.

Mais il faut remarquer qu'en calculant ces erreurs, on a employé, pour chaque intervalle, un mouvement journalier corrigé sur les observations les plus prochaines : cependant la premiere époque, celle du 24 Mai, ne paroît pas assez éloignée du 24 Juin, pour que, dans cette intervalle, on soit autorisé à corriger deux fois le mouvement, & qu'on ne calcule pas d'après celui qui avoit été établi le 24 Juin au Havre. Voyons les résultats qu'on auroit eu, si l'on n'eût pas fait des vérifications intermédiaires du mouvement journalier, & qu'à chaque époque on eût calculé d'après l'accélération journaliere qui avoit été constatée au Havre.

La premiere erreur à *Calais*, seroit toujours de 17 secondes $\frac{2}{3}$: la seconde à *Dunkerque*, seroit, comme on l'a vu (*page précédente*), de 24 secondes : la troisieme à *Roterdam*, seroit de 38 secondes $\frac{1}{2}$ (au lieu de 17 $\frac{1}{2}$, parce que dans l'intervalle du 17 au 24 Juin, on a calculé, pour 7 jours, sur le pied de 30 secondes $\frac{1}{3}$ d'accélération journaliere, tandis que celle du Havre n'étoit que de 27″ $\frac{1}{3}$.) La *somme des trois erreurs* de la Montre *A*, dans la premiere période, sera donc de 1 *minute* 20 *secondes* $\frac{1}{6}$ de temps, & c'est l'effet de *soixante-cinq heures & demie* de navigation en trois reprises.

Si l'on vouloit dire que, du 24 Mai au 24 Juin, il s'est en effet écoulé 31 jours; & que l'erreur d'une minute 20 secondes est la somme des erreurs après 31 jours : je répondrai que les jours employés à terre aux vérifications ne doivent pas être comptés comme faisant partie de la période; qu'on a vu que le mouvement de la Montre avoit été assez uniforme tout le temps qu'elle étoit à terre, & que les erreurs ont toujours été l'effet

de quelques heures de navigation. Le calcul le plus favorable qu'on puisse se permettre, c'est de regarder comme *épreuve en mer*, tout le temps que la Montre a passé sur la Frégate ; ce qui se borne à *huit jours* (ci-devant page 91), il en résulte qu'après huit jours d'épreuve la somme des erreurs de la Montre étoit de 1 minute, 20 secondes : c'est à raison de *dix secondes* par jour, en distribuant également l'erreur sur chacun des huit jours : or, on sait que l'écart d'une Horloge Marine ne doit pas excéder *deux secondes, six septiemes* par jour, pour qu'elle donne la longitude, après six semaines, à la précision d'un *demi-degré* : l'erreur journaliere de la Montre *A* a donc été presque *quadruple* de celle que comporte la précision du demi-degré. Le calcul que nous faisons ici est encore le plus favorable que l'on puisse faire : car dans le fait, la Frégate n'a tenu la mer, en tout, que pendant 65 heures $\frac{1}{2}$, & pendant ce peu de temps même, elle n'a pas toujours été agitée par les roulis, puisqu'on voit par le Journal, que le plus souvent le vent a été très-favorable : la Frégate n'a jamais été à la cape ; dans 8 jours que les Montres ont passé à bord, en trois reprises, le Bâtiment n'a jamais éprouvé un seul moment de ce que les Marins appellent *du gros temps*.

Remarques sur la cause à laquelle M. L. R. veut qu'on attribue les écarts de la Montre *A* dans la premiere période.

Il faut remarquer que la Montre qui avoit été soumise à l'examen, dans la premiere période (la Montre *A*) est celle dont M. L. R. avoit la meilleure opinion, ainsi qu'il l'a déclaré (ci-devant pag. 89). Cependant il nous dit dans son *Exposé succinct* (p. 18), que lorsqu'il livra sa seconde Montre, (la Montre *S*) à MM. les Commissaires, il *déclara qu'elle n'avoit point eu les accélérations successives de la premiere :* personne assurément n'hésitera de le croire sur la parole de M. L. R. ; mais il semble que cette déclaration auroit eu encore plus de force, si elle eut été faite par MM. les Commissaires mêmes, au lieu d'être faite par M. L. R. à MM. les Commissaires. M. L. R. veut qu'on attribue les écarts de la Montre *A* dans la premiere période, à un accident qui étoit arrivé à cette Machine, dans le transport de Paris au Havre : le fil de clavecin qui tient le Balancier suspendu s'étoit cassé sur la route ; M. L. R. y en avoit substitué un nouveau le soir même, & la Montre avoit continué de *marcher* dans la voiture. En par-

lant des erreurs en accélération, qu'on a reconnues dans cette Montre, M. L. R. dit (page 17 de *l'Exposé succinct*) *qu'il ne douta point que le nouveau fil remis dans l'Auberge, sans les soins requis, ne se fût tant soit peu redressé par les secousses réitérées, & peut-être par les nouveaux degrés de chaleur que la Machine avoit reçus : qu'il le déclara, ajoutant pour preuve de ce qu'il avançoit, que ce fil cesseroit bien-tôt de s'étendre en se redressant, & qu'alors l'accélération finiroit ; ce qui en effet ne tarda pas à arriver.* Ce n'est pas ici le lieu d'examiner le succès de la prédiction ; les faits que je rapporterai ci-après ne paroissent pas d'accord avec le sentiment de M. L. R. Mais il se présente plusieurs remarques à faire sur la cause à laquelle on veut attribuer les écarts en accélération de la Montre *A*, pendant la premiere période. 1°. Est-il bien sûr que l'allongement du fil doive produire une *accélération*? Il paroît au contraire, en examinant l'effet des Ressorts, de la nature desquels le fil participe en quelque maniere, qu'un allongement doit produire un *retard*, soit que le fil se soit allongé par la dilatation de ses parties, ou que seulement il se soit redressé. 2°. Il paroît que ce fil, qui avoit été remis le jour même de l'accident, & avec lequel la Montre avoit *marché* dans la voiture, auroit dû faire tout son effet sur la route, *dans un tombereau allant la poste sur des pointes de rochers*, (c'est l'expression de M. L. R. dans son *Exposé succinct*, page 13) : on conçoit qu'en effet de pareilles secousses pourroient peut-être occasionner un allongement ou un redressement dans le fil ; mais quel effet pouvoient produire sur une Machine, portée par une suspension de *Cardan*, des mouvemens lents & sans soubresauts, tels que ceux du roulis, tels que ceux que la Montre a pu éprouver quand on la porta à bras *sur une civiere*, depuis l'endroit du Port de Dunkerque où l'on débarqua, jusques à l'Intendance, où elle fut déposée (*a*) ? 3°. Si les mouvemens de roulis avoient pu occasionner un allongement dans le fil, & que l'accélération dût être attribuée à l'allongement, cette accélération auroit continué quand la Montre étoit à terre ; nous avons vu cependant (*b*) que le 28 Mai, à Calais, l'accélération journaliere de

(*a*) Voyez ci-devant, *page* 93.
(*b*) Ci-devant, *page* 92.

la

la Montre sur le moyen mouvement, étoit à un tiers de seconde près la même que le 24 Mai au Havre : cependant, dans l'intervalle du 24 au 28, la Montre avoit eu un écart de 17 secondes $\frac{1}{2}$ en accélération : on voit même que pendant 14 jours, du 24 Mai au 7 Juin, l'accélération journaliere a peu varié ; elle a été constamment de 27″, 27″ $\frac{1}{3}$, 27″ $\frac{2}{3}$. Il paroît donc qu'on ne peut attribuer les écarts de la Montre à l'accident arrivé sur la route du Havre, puisque, étant à terre, elle a conservé un mouvement uniforme pendant 14 jours : on doit conclure que les écarts qui ont eu lieu dans les intervalles de ces 14 jours, l'un de 17 sec. $\frac{1}{2}$, l'autre de 22 secondes $\frac{2}{3}$ en accélération, ne doivent être attribués qu'à l'effet de quelques heures de roulis. Mais une Montre Marine ne doit-elle pas être disposée & construite, de maniere que les mouvemens du vaisseau n'alterent pas sa régularité ? Et une Montre sur-tout qui a la propriété de conserver son isochronisme dans un fiacre, malgré les secousses irrégulieres & la rudesse des cahotemens, doit-elle être dérangée par un mouvement doux & uniforme, tel que celui du roulis ?

Examen de la marche de la Montre *A* dans l'intervalle des deux périodes.

Avant que d'examiner la marche de la Montre *A* dans le cours de la deuxieme période, nous ne devons pas négliger de nous arrêter un moment au résultat des observations qui ont été faites dans l'intervalle des deux périodes, je veux dire, du 24 Juin à Roterdam, au 15 Juillet à Amsterdam.

Les observations faites à Roterdam, le 24 & le 28 Juin, avoient fait connoître que, dans cet intervalle, l'accélération journaliere de la Montre *A* avoit été de 32 secondes $\frac{1}{6}$ (*a*). On a vu (*b*) que le 17, à Dunkerque, cette accélération n'étoit que de 30 secondes $\frac{1}{3}$; c'est-à-dire que, du 17 au 24, en *sept jours*, l'accélération avoit augmenté de 2 *secondes* $\frac{1}{2}$.

Erreur en accélération dans la Montre *A*, de 57″ $\frac{1}{6}$ de temps, occasionnée par un

En calculant d'après la nouvelle accélération journaliere de 32 sec. $\frac{1}{6}$, établie le 28 Juin à Roterdam, on trouva, le 15 Juillet à Amsterdam, qu'après 17 jours la Montre *A* avoit une

(*a*) Page 184 du *Journal* de M. L. M. de C.
(*b*) Ci-devant, *page* 93.

jour de navigation, & deux nuits de roulis à l'ancre.

erreur en accélération de 57 secondes $\frac{1}{6}$ (*a*) *:* on dit qu'*il faut les mettre sur le compte des roulis de la mer & du Texel.*

On ne s'est plaint des roulis que dans la nuit du 8 au 9 Juillet, & du 9 au 10. *Cette nuit*, est-il dit, en parlant de la premiere (*b*), *ne fut pas tranquille :* une lame courte & fatigante occasionnoit *un roulis & un tangage fort désagréables:* à quelques lignes plus loin, on lit que, du 9 au 10, la Frégate, quoique très-agitée, *l'étoit moins que la nuit précédente.* Il n'est pas question de *Roulis* dans la traversée de la Brille à Amsterdam : il est dit seulement (*c*), que *la Frégate étoit extrêmement à la bande, & que l'inclinaison étoit de 25 degrés.* On conçoit que le Roulis peut altérer la régularité d'une Montre ; mais que fait *l'inclinaison* continue du vaisseau, quelque grande qu'elle puisse être, puisque la Montre est portée sur une suspension qui lui permet d'affecter toujours une situation verticale ? On peut remarquer que la Frégate étoit partie de la Brille le 10 Juillet à 11 heures $\frac{1}{2}$ du matin (*d*), & avoit mouillé dans le Port d'Amsterdam, le 11 à 11 heures $\frac{1}{4}$ du matin : elle avoit donc passé un jour entier à la mer. Je ne compte pas deux fausses sorties, dans chacune desquelles le bâtiment avoit été deux ou trois heures sous voiles : il résulte donc qu'*un jour de navigation*, & *deux nuits de roulis à l'ancre*, ont produit 57 *secondes* $\frac{1}{6}$ *d'erreur* en accélération dans la Montre *A*.

M. L. R. n'a pas fait mention de cette erreur dans son *Exposé succinct.*

Il paroît que M. L. R. n'a pas regardé cette erreur comme considérable : « pour faire voir (dit-il page 19 de *l'Exposé succinct*) combien ces sortes de Montres *sont peu susceptibles d'être dérangées par les mouvemens même les plus outrés* du vaisseau, je rapporterai un Précis de notre navigation jusqu'à ce jour ». On vient de voir l'Extrait du Journal de M. L. M. de Courtanvaux, qui prouve qu'en effet on a éprouvé pendant deux nuits des roulis considérables. Le danger qu'a couru la Frégate en chassant sur ses ancres, la violence du vent, &c. tout ce que

(*a*) Page 260 du *Journal* de M. L. M. de C.

(*b*) *Ibid.* pages 232 & 233.

(*c*) Page 235 du *Journal* de M. L. M. de C.

(*d*) *Ibid.* page 234.

M. L. R. nous peint avec beaucoup d'énergie, n'avoit rien de commun avec les montres Marines : il ne s'agit pour elles que du roulis. M. L. R. conclut, comme il suit (*a*) : « assurément » cette navigation (d'un jour entier) n'a pas été tranquille, » sur-tout dans un petit Bâtiment, trop chargé dans la partie supérieure » (on a vu qu'en effet la Frégate plioit beaucoup sous la voile ; mais, comme on l'a dit, que fait cette inclinaison) ? « Cependant (continue-t-il) on voit par l'extrait des » Procès-verbaux, que, depuis le 5 Juillet jusqu'au 15 de ce » mois, *la plus grande différence dans le moyen mouvement des deux* » *Montres* (*b*) n'a été que d'une seconde $\frac{1}{3}$ en 24 heures ». Que pourroit prouver cette égalité de mouvement ? Que les agitations du Vaisseau ont également affecté les deux Montres : ce n'est pas sans doute ce que M. L. R. vouloit prouver ; mais ce qu'il dit n'empêche pas que la Montre *A* n'ait eu une erreur de 57 secondes $\frac{5}{6}$ en accélération : & puisque le moyen mouvement des deux montres a été uniforme, nous sommes bien fondés à conclure qu'on auroit reconnu une erreur aussi considérable dans la seconde Montre, si des observations antérieures, ayant constaté son mouvement journalier, eussent fourni un moyen de vérification. Mais M. L. R. a cru qu'il pouvoit se dispenser de faire mention de *l'erreur de 57 secondes* $\frac{5}{6}$ qui équivalent à près d'un *quart de degré* : il se contente de citer comme une preuve de la régularité de ses Montres, l'uniformité qu'on a observée dans le mouvement moyen des deux Montres comparées entr'elles.

Passons à la deuxieme période de l'Epreuve, pendant laquelle les deux Montres ont été soumises à l'examen. On n'a point compris dans les périodes les jours écoulés entre le 24 Juin & le 15 Juillet. Le 5 Juillet, M. L. R. avoit remis entre les mains de MM. les Commissaires, la seconde Montre ou la Montre *S*. Examen de la marche des Montres *A* & *S* dans le cours de la deuxieme période.

Cette seconde période commence au 20 Juillet, jour auquel

(*a*) Page 10 de l'*Exposé succinct*.

(*b*) Depuis le 5 Juillet, M. L. R. avoit livré la seconde Montre à MM. les Commissaires ; mais on n'avoit point encore constaté son mouvement journalier.

on fit à Amſterdam les dernieres obſervations, qui ſervirent à établir, au commencement de la période, le mouvement journalier de chaque Montre. Les obſervations avoient commencé le 15; & en comparant les réſultats du 15 à ceux du 20, on conclut qu'alors la Montre *A* accéléroit par jour ſur le moyen mouvement du Soleil, de 37 ſecondes $\frac{1}{8}$. Laccélération journaliere de la Montre *S* étoit de 41 ſecondes $\frac{5}{6}$ (*a*).

La Montre *A* a continué d'accélérer.

On a vu (*b*) que l'accélération journaliere de la Montre *A* étoit le 28 Juin, à Roterdam, de 32 ſecondes $\frac{5}{6}$: ainſi, du 28 Juin au 15 Juillet, en 17 jours, elle avoit augmenté d'un peu plus de 4 ſecondes $\frac{1}{3}$.

En remontant à une époque plus éloignée, on voit que, le 4 Juin, à Calais, l'accélération journaliere de cette Montre n'étoit encore que de 27 ſecondes $\frac{2}{3}$; le 15 Juillet, elle eſt de 37 ſecondes $\frac{1}{8}$: donc, en ſix ſemaines, elle a augmenté de près de 9 ſecondes $\frac{1}{2}$.

On partit d'Amſterdam le 22 Juillet à 10 heures du matin; & après pluſieurs relâches, on laiſſa tomber l'ancre à Boulogne, le 7 Août à 10 heures du matin. Cette navigation avoit été de 3 *jours* 18 *heures*, en ſix repriſes. (*c*) Il n'eſt fait mention dans le Journal d'aucun accident ni d'aucun Roulis.

Erreur de la Montre *A*, après 20 jours, 32 ſec. $\frac{1}{2}$ d'accélération.

Le réſultat des obſervations qu'on fit à Boulogne, le 9 Août, fut que, du 20 Juillet au 9 Août, en 20 jours, la Montre *A* avoit eu une *erreur en accélération de 32 ſecondes* $\frac{1}{2}$ (*d*) qui équivalent à un peu plus d'un huitieme de degré.

Ce qu'eût été l'erreur dans une période de ſix ſemaines.

Si l'on vouloit remonter à une époque plus éloignée que celle du 20 Juillet, & comprendre, par exemple, dans la période, les 22 jours écoulés entre le 28 Juin & le 20 Juillet; on auroit une période de 42 jours ou de *ſix ſemaines*. Nous avons vu par la vérification faite à Amſterdam, le 15 Juillet, que, dans l'intervalle du 28 Juin au 20 Juillet, la Montre *A* avoit eu une erreur en accélération de 57 ſecondes $\frac{1}{6}$ (*e*); ſi l'on y ajoute

(*a*) Page 263 du *Journal* de M. L. M. de C.

(*b*) Ci-devant, *page 97*.

(*c*) Voyez ci-devant, *page 90*.

(*d*) Page 289 du *Journal* de M. L. M. de C.

(*e*) Ci-devant, *page 98*.

l'erreur de 32 secondes $\frac{1}{2}$, dans le même sens, qui a eu lieu dans l'intervalle du 20 Juillet au 9 Août; on aura pour *l'erreur totale* de la Montre *A*, après une période de six semaines, 1 minute 30 secondes $\frac{1}{2}$, qui équivalent à plus d'un tiers de degré. Mais cette maniere d'apprécier la régularité de la Montre est trop favorable; car, du 20 Juillet au 9 Août, nous employons le mouvement journalier, tel qu'il a été rectifié le 20 Juillet à Amsterdam, c'est-à-dire, 37 sec. $\frac{1}{8}$ d'accélération par jour; au lieu que si nous avions employé, pour les six semaines, le mouvement établi le 28 Juin à Roterdam, c'est-à-dire 32 sec. $\frac{5}{6}$ d'accélération par jour; l'erreur de la Montre auroit augmenté de vingt fois la différence de 32 $\frac{5}{6}$ à 37 $\frac{1}{8}$; c'est-à-dire, de 85'' $\frac{8}{10}$, ou de 1 minute, 25 secondes $\frac{4}{5}$: l'erreur eut donc été de 2 minutes 56 secondes $\frac{3}{10}$ qui équivalent à peu près à *trois quarts de degré* : & c'est l'erreur qu'auroit eue un Vaisseau qui, étant parti d'Amsterdam le 28 Juillet, seroit venu après six semaines attérir sur Boulogne, sans avoir fait aucune vérification intermédiaire du mouvement de la Montre.

La Montre *S* a été très réguliere du 20 Juillet au 9 Août.

Les observations faites à Boulogne annoncerent que, du 20 Juillet au 9 Août, la Montre *S* avoit été fort réguliere. Son erreur, le 9 Août, n'étoit que de 3 secondes de temps (*a*).

Marche des Montres à Boulogne.

On constata de nouveau dans cette ville le mouvement journalier de chaque Montre : le 10, la Montre *A* accéléroit en 24 heures de 38 secondes $\frac{1}{4}$, la Montre *S* de 41 sec. $\frac{3}{4}$. Le 11, l'accélération de la Montre *A* avoit été de 36 sec. $\frac{2}{3}$, & celle de la Montre *S* de 41 secondes $\frac{1}{6}$. Le 12, la Montre *A* avoit accéléré de 34 secondes $\frac{7}{8}$, & la Montre *S* de 41 sec. $\frac{3}{8}$. Le 14, l'accélération de la Montre *A* étoit de 36 sec. $\frac{1}{2}$, (*) & celle de la Montre *S* de 43 secondes (*b*).

Le 27 Août, on partit de Boulogne à midi & demi, & l'on fut rendu le lendemain, à 11 heures du matin, au Havre.

Résulat des dernieres observations faites au Havre.

Selon les observations qui furent faites le 29 Août, & en comptant depuis le 20 Juillet à Amsterdam, l'erreur de la Mon-

(*a*) Page 290 du Journal de M. L. M. de C.

(*) Par une autre comparaison qu'on fit le soir, on la trouva de 34 sec. $\frac{1}{4}$. Page 292 du *Journal*.

(*b*) Pages 290, 291 & 292 *ibid*.

tre *A*, après 40 jours, étoit de 51 secondes : en ne comptant que depuis le 11 Août à Boulogne, l'erreur étoit, après 18 jours, de 17 secondes $\frac{1}{4}$. L'erreur de la Montre *S*, depuis Amsterdam, étoit de 15 secondes $\frac{1}{2}$, après 40 jours ; & depuis Boulogne, de 19 secondes, après 18 jours. Toutes ces erreurs sont en accélération (*a*).

Du 29 au 30, la Montre *A* accéléra sur le moyen mouvement de 42 sec. $\frac{1}{2}$, & la Montre *S* de 43 secondes $\frac{5}{11}$ (*b*).

Remarques sur la deuxieme période.

On a vu que, dans les 40 jours compris dans la deuxieme période, la Frégate n'a tenu la mer que pendant 4 jours $\frac{3}{4}$, en sept reprises différentes : on ne s'est jamais plaint d'aucun Roulis : la navigation a été telle qu'on doit l'attrendre dans le mois d'Août sur les côtes d'Europe. Aussi voit-on que la Montre *A*, la seule qui eut été examinée dans la premiere période, a été beaucoup plus réguliere dans la seconde. « Son mouvement, » (pendant cette seconde période) (est-il dit dans le *Journal* » (*c*)) paroîtavoir été assez uniforme, les inégalités certaines » qu'on a pu y remarquer, n'ayant guere écarté la Montre de » son mouvement moyen que d'une seconde ou d'une seconde & » demie, soit dans un sens, soit dans l'autre : il en faut cepen- » dant excepter les vingt-quatre heures, depuis le 29 Août à » midi, jusques au 30 à pareille heure, *l'accélération de la* » *Montre étant montée ce jour-là à cinq secondes & demie au-* » *delà de son moyen mouvement.* » Qu'il me soit permis de faire ici une remarque : on n'a fait qu'une seule vérification du mouvement, au Havre, & on a trouvé l'accélération journaliere montée à 42 sec. $\frac{1}{2}$: on n'a aucune raison pour douter que ce ne fût en effet le mouvement actuel de la Montre: or cette accélération n'étoit que de 36 secondes & demie le 14 Août, à Boulogne, (*d*) : il en résulte donc qu'en 15 jours elle a augmenté de 4 secondes. Ainsi il paroît que la prédiction de M. L. R. ne s'est pas accomplie : il avoit annoncé (*e*) que cette accélération auroit un terme, mais elle n'en a eu d'autre que la fin de l'Epreuve. On

L'accélération de la Montre *A*, n'a pas diminué, quoique M. L. R. l'eut annoncé.

(*a*) Page 309, 310 & 311. du *Journal*.
(*b*) Page 312. *ibid.*
(*c*) Page 314. *ibid.*
(*d*) Ci-devant, *page* précédente.
(*e*) Ibid. *page* 96.

peut s'en assurer en résumant les accélérations journalieres, telles qu'elles ont été constatées aux différentes vérifications. Le 24 Mai, au Havre, l'accélération étoit de 27″ $\frac{1}{3}$: le 4 Juin, à Calais, de 27″ $\frac{2}{3}$: le 17 Juin, à Dunkerque, de 30″ $\frac{1}{3}$: le 28 Juin, à Roterdam, de 32″ $\frac{3}{4}$: le 20 Juillet, à Amsterdam, de 37″ $\frac{3}{8}$: le 14 Août, à Boulogne, de 36″ $\frac{1}{2}$: le 30 Août, au Havre, de 42 sec. $\frac{1}{2}$. On voit par ce tableau, que c'est dans les premiers temps de l'Epreuve que l'accroissement d'accélération a été le moins grand ; que l'intervalle du 20 Juillet au 14 Août, est le seul temps où le mouvement ait éprouvé peu de variation ; & que le plus grand accroissement, proportionnellement au nombre des jours écoulés, a eu lieu du 14 au 29 Août.

De ce qu'on doit penser de la régularité de la Montre *S*.

La seconde Montre, la Montre *S*, dont M. L. R. n'avoit pas aussi bonne opinion que de la premiere, a cependant été beaucoup plus réguliere. Mais ne doit-il pas paroître extraordinaire que *deux Montres* que M. L. R. a déclaré être *exactement semblables quant aux principes & à la disposition de leurs parties* (*a*), ayent eu un succès si différent ? N'a t-on rien à craindre ici de l'effet du hasard ? Et que doit-on penser de l'invariabilité des principes sur lesquels l'Auteur prétend avoir construit ces deux Machines ?

Conclusion de l'Épreuve.

Je ne puis mieux terminer le Précis de cette Epreuve, qu'en rapportant la sage conclusion de M. le Marquis de Courtanvaux (*b*) : *le temps de cette épreuve*, « (dit-il, en parlant de la Mon- » tre *S* & de la deuxieme période), *n'a peut-être pas été assez long* » *pour nous autoriser à prononcer définitivement sur la précision de* » *cette Montre* ».

Que peut-on en effet conclure de l'Epreuve entiere pour l'une & pour l'autre Montre ? La Frégate n'a tenu la mer que pendant *sept jours* $\frac{1}{2}$ en dix reprises différentes ; c'est-à-dire, en mettant bout à bout tous les momens qu'elle a passés sous voiles dans le cours des deux périodes ensemble : plusieurs des reprises même n'ont été que de quelques heures ; la plus longue a été de

(*a*) Voyez sa déclaration, page 78 du *Journal* de M. L. M. de C.
(*b*) Page 316 du même *Journal*.

deux jours : cette Epreuve d'ailleurs a été faite dans la plus belle saison de l'année ; & nous avons vu cependant que quelques heures de roulis ont suffi pour occasionner des écarts considérables dans la Montre *A*, la seule qu'on ait vérifiée dans ces occasions : on ignore ce que ces mêmes Roulis auroient produit sur la Montre *S*, qui est parfaitement semblable à la premiere : on ignore aussi ce qu'auroient produit sur l'une & sur l'autre les variations de la température de l'air, qu'on peut regarder comme une des sources d'erreurs les plus difficiles à corriger dans les Montres Marines : on lit dans le Précis du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux, (*a*) que, pendant toute l'Epreuve, *les variations du Thermometre ont été assez peu considérables.* Il est vrai que M. L. R. nous dit (dans son *Exposé succinct*, page 29) que *de son propre mouvement*, il *avoit proposé à M. de Courtanvaux d'éprouver une de ses Montres, au 86e degré de chaleur, & même au centieme ;* mais cette épreuve n'a pas été faite, & l'offre de M. L. R. paroîtra-t-elle suffisante pour tenir lieu d'une expérience ?

Nota Bene. C'est après la premiere Epreuve de ces Montres, que M. L. R. disoit : (*b*) *il est un terme à tout ; depuis dix-huit mois que ma troisieme Montre est finie, j'ai cherché si elle ne seroit pas susceptible de quelque changemens avantageux : inutile tentative ! La théorie & les faits me persuadent qu'il ne reste plus qu'à bien exécuter ces Machines, &c.*

Epreuve des Montres Marines A & S *de M. L. R. sur la Frégate* l'Enjouée, *en* 1768.

La seconde Epreuve des Montres Marines de M. L. R. fut faite en 1768, sur la Frégate l'*Enjouée*, commandée par M. de Tronjoly, Capitaine des Vaisseaux du Roi. L'examen de ces Montres avoit été confié par l'Académie des Sciences à M. Cassini fils : & c'est du *Voyage* de cet Astronome (*c*) que je

(*a*) Lu à l'Assemblée publique de l'Académie des Sciences, le 14 Novembre 1767, & imprimé en 1768 à l'Imprimerie Royale.

(*b*) Page 10 de l'*Exposé succinct.*

(*c*) Voyez le Voyage fait par ordre du Roi en 1768, &c. Par M. Cassini fils, &c. A Paris, chez C. A. Jombert. 1770.

je vais extraire les différents résultats relatifs à cette Epreuve.

M. L. R. avoit soumis à l'examen les deux Montres qui avoient été éprouvées sur l'*Aurore* en 1767; c'est-à-dire, la Montre *A* & la Montre *S*. En les remettant, *il avoit donné la Montre S comme la plus parfaite, d'après l'Epreuve faite par M. le Marquis de Courtanvaux*. (*a*) Nous avons vu que dans la premiere Epreuve, c'étoit la Montre *A* qu'il avoit annoncée comme la plus parfaite (*b*) : mais, dans l'un ni dans l'autre cas, la prédilection de M. L. R. n'a été justifiée : celle des deux Montres qu'il a annoncée, avant chaque Epreuve, comme devant aller plus réguliérement, a toujours été la plus irréguliere.

Dans les deux Épreuves, celle des deux Montres que M. L. R. avoit donnée alternativement comme la plus parfaite, a toujours été la plus irréguliere.

On constata l'état des deux Montres au Havre, avant le départ : le 8 Juin, la Montre *S* accéléroit par jour sur le moyen mouvement, de 4 secondes : la Montre *A* retardoit au contraire de 1 seconde 25 tierces (*c*).

État des Montres constaté avant le départ.

Du Havre, on se rendit à S. Pierre de Miquelon, dans l'Amérique septentrionale. Voici ce que M. Cassini rapporte de cette traversée (page 12 de son *Voyage*).

Traversée.

» Nous terminâmes, après 42 jours, une navigation qu'on
» peut regarder comme assez heureuse : les brumes & les vents
» nous avoient contrariés quelquefois, à la vérité ; mais on doit
» s'y attendre dans la saison où nous nous trouvions (*Juin &*
» *Juillet*) : nous n'avions éprouvé d'ailleurs aucun accident, ni
» coup de vent ni tempête, & *la mer avoit presque toujours été*
» *belle* : il n'y eut que le 2 & le 5 Juillet où nous éprouvâmes
» à la cape les roulis les plus considérables ».

On ne put pas faire, à Saint-Pierre, une vérification complete des Montres Marines : la longitude de cette Isle n'étoit pas déterminée ; mais on y constata le rapport du mouvement journalier de chaque Montre au mouvement moyen du soleil. On eut les résultats suivants (*pag.* 71 du *Voyage*).

État des Montres constaté à St. Pierre de Miquelon.

(*a*) *Voyage de M. Cassini*, page 51.
(*b*) Ci-devant, *page* 89.
(*c*) Page 64 du *Voyage de M. Cassini*.

		MONTRE *A*.	MONTRE *S*.
Du 28 au 30 Juillet,	retard par j.	1″ 13‴	accélér. par j. 10″ 39‴
Du 28 au 31	. . . .	0. 43.	10. 12
Du 28 Juillet au 1 Août.	. . . .	0. 41.	9. 45

Il paroît donc que le mouvement de la Montre *A* s'est soutenu le même qu'il étoit le 8 Juin, au Havre, où il fut établi de 1″ 25‴ en retard par jour; mais celui de la Montre *S*, que M. L. R. avoit donnée comme la plus parfaite, avoit éprouvé un changement considérable : son accélération journaliere étoit portée à 10″ 39‴, le 28 Juillet, au lieu de 4″ qu'elle étoit le 8 Juin, au Havre; l'augmentation étoit donc de 6″ $\frac{1}{3}$; mais cette augmentation a été bien plus grande dans la traversée, si l'on veut prendre la Montre *A* pour terme de comparaison; l'erreur journaliere de la Montre *S* en accélération, aura été de 9″ $\frac{1}{2}$, de 12″ $\frac{1}{2}$, de 16″ $\frac{1}{2}$, jusqu'à 18″ $\frac{1}{2}$, en 24 heures. M. Cassini s'en étoit apperçu pendant la traversée : *J'avois soupçonné* (dit-il (*a*)) *avant d'arriver* à Saint Pierre *quelque léger dérangement dans une des Montres Marines.*

La Montre *S* a eu de grandes erreurs en accélération, pendant la traversée du Havre à Saint-Pierre, & les quantités de ces erreurs ont été fort irrégulieres.

On peut s'en assurer, en jettant les yeux sur la *Table des comparaisons journalieres* des deux Montres entr'elles (*b*), imprimée à la suite de la Relation du Voyage.

Selon le mouvement réciproque des deux Montres, constaté le 8 Juin au Havre, *la Montre* S *devoit accélérer, en* 24 *heures, sur la Montre* A, *de* 5″ 25‴. Voyons, en supposant le mouvement de la Montre *A* uniforme, quelles ont été les variations du mouvement de la Montre *S*, relativement à celui de la premiere, & conséquemment quelles ont été les variations de la Montre *S*, relativement à son propre mouvement établi au Havre.

L'accélération de 5″ 25‴ en 24 heures, que la Montre *S*

(*a*) Page 21 du Voyage.
(*b*) *Ibid.* page 98.

devoit avoir ſur la Montre *A*, ne s'eſt ſoutenue que pendant 5 jours, du 8 au 13 Juin. Du 13 au 14, la Montre *S* avoit accéléré ſur la Montre *A*, de 6″ : la différence n'étoit encore que de 35‴ en excès; mais, du 14 au 15, l'accélération fut de 10″, c'eſt-à-dire, trop grande de 4″ 35‴ : il eſt marqué dans la Table, que le 14, la mer fut un peu groſſe. L'accélération ſe ſoutint la même, à 1 ou 2″ près de différence, depuis le 15 Juin juſqu'au 3 Juillet; mais, du 3 au 4, la Montre *S* accéléra ſur la Montre *A* de 12″, c'eſt-à-dire, de 6″ 35‴ de trop; du 4 au 5, de 14″ ½, c'eſt-à-dire, de 9″ 5‴ de trop; le 2 & le 5, on avoit éprouvé de grands roulis. Du 5 au 6, l'accélération diminue : elle eſt ſeulement plus grande qu'au Havre, de 3″ 35‴; de ſorte que la différence du mouvement de la Montre *S*, dans les dernieres 24 heures, comparé au mouvement qu'elle a eu dans les 24 heures précédentes, eſt de 5″ ½ : nous verrons de plus grandes différences. Du 6 au 7, l'excès de l'accélération ſur le mouvement du Havre, eſt de 5″ 35‴; du 7 au 8, cet excès redevient de 9″ 35‴; du 8 au 9, il n'eſt plus que de 5″ 5‴; & du 9 au 10, de 6″ 35‴. Le 9, on avoit commencé à entrer dans la brume : elle devint fort épaiſſe. Du 10 au 11, l'accélération de la Montre *S*, comparée à la Montre *A* ou au mouvement du Havre, ſe porte à 18″; c'eſt-à-dire, que la différence, en excès, eſt de 12″ 35‴ en 24 heures. En comparant ſon mouvement dans ces 24 heures à celui qu'elle avoit eu dans les 24 précédentes, la différence, d'un jour à l'autre, eſt de 6″. L'accélération augmente encore les jours ſuivans : du 11 au 12, l'excès d'accélération ſur le mouvement du Havre, eſt de 16″ 35‴ en 24 heures : du 12 au 13, il eſt de 17″ 35‴. Cet excès diminue inégalement, juſqu'au 18; mais, du 18 au 19, il augmente de nouveau, & ſe porte à 18″ 35‴ en 24 heures. Le mouvement de la Montre, dans ces 24 heures, differe de 7″, de celui qu'elle a eu dans les 24 heures précédentes : du 18 au 19, la mer avoit été aſſez groſſe. Dans les jours ſuivants, juſqu'au 28 Juillet, époque de la vérification faite à Saint-Pierre, l'excès de l'accélération journaliere diminue, ſans paroître ſuivre aucune loi, depuis 14″ juſqu'à 3″ en

24 heures. Si l'on compare le mouvement que la Montre *S* avoit du 18 au 19, à celui qu'elle a eu du 26 au 27, on trouvera que la différence journaliere est de $15'' \frac{1}{2}$, dans l'intervalle de 7 jours.

Réflexion sur l'irrégularité de la Montre *S*.

Il est donc évident que, si l'on suppose, avec M. Cassini, que le mouvemennt de la Montre *A* a été uniforme dans tout le cours de la traversée, & qu'on prenne cette Montre pour terme de comparaison, comme il l'a fait dans sa Table, on doit convenir que la Montre *S* a eu des écarts très-considérables en accélération, qui n'ont suivi aucune progression, tels enfin, qu'on ne sauroit évaluer l'erreur que la somme de ces écarts auroit produite sur la longitude à la fin de la traversée. C'est cependant cette même Montre *S*, dont le mouvement avoit paru très-régulier dans la deuxieme Période de l'Epreuve de M. le Marquis de Courtanvaux. Les Navigateurs n'hésiteront-ils point d'accorder une confiance entiere à une Montre qui est si différente d'elle-même dans deux Epreuves consécutives ?

De la cause à laquelle on veut attribuer l'irrégularité de la Montre *S*.

M. Cassini dit (*pag.* 110 de son *Voyage*) « qu'il croit pouvoir attribuer à la seule Montre *S*, le désaccord remarqué » entre les deux Montres dans la traversée, & pouvoir en rejetter la cause *sur l'humidité des brumes, & non sur les mouvements d'agitation de la mer* qui ne paroissent point avoir eu » lieu dans le même temps que les dérangemens observés ».

Je ne prétends point contredire M. Cassini; mais il me semble, comme je l'ai indiqué dans le tableau des irrégularités de la Montre *S*, que, dans plusieurs occasions, le désaccord des deux Montres a été beaucoup plus sensible à proportion que la mer étoit plus agitée : on remarque même que la grande accélération de la Montre *S* a cessé dès que la Frégate a été mouillée & tranquille dans le Port de Saint-Pierre; car du 24 au 25 Juillet, l'excès de cette accélération sur le mouvement établi au Havre, étoit encore de $11'' 35'''$; & du 25 au 26, la Frégate étant à l'ancre (*a*), l'excès de l'accélération n'est plus que de 4''

(*a*) On avoit mouillé à S. Pierre le 25 Juillet à 6 heures du matin. Voyez *le Voyage* page 12.

35‴ : de forte que la différence eft de 7″ en 24 heures. N'eft ce pas une forte préfomption pour croire qu'on peut attribuer aux agitations de la mer une partie des accélérations confidérables de la Montre *S*? N'a-t-on pas vu dans la premiere Période de l'Epreuve de M. le Marquis de Courtanvaux, que quelques heures de roulis avoient fuffi pour produire des erreurs confidérables en accélération dans la Montre *A*, la feule foumife alors à l'épreuve, & qui eft parfaitement femblable à la Montre *S*. Si, dans cette nouvelle Epreuve, la Montre *A* n'a point été dérangée par les agitations de la mer ; on peut en conclure que les mêmes caufes ne produifent pas les mêmes effets fur les Montres de M. L. R.; & on y eft d'autant plus fondé que M. L. R. avoit affuré que la Montre *S*, qui a eu ici de grandes accélérations, n'en avoit eu aucune dans la premiere Période de l'Epreuve de M. de Courtanvaux, pendant laquelle elle étoit reftée entre les mains de l'Auteur, tandis qu'on reconnut dans la Montre *A* des accélérations très-confidérables.

L'irrégularité de la Montre *S* ne peut être attribuée à l'effet des Brumes.

M. Caffini veut rejetter les irrégularités de la Montre *S* fur l'humidité des brumes : je me permettrai de faire, à cet égard, quelques obfervations qui pourront fervir à raffermir la confiance des Navigateurs, & à éloigner d'eux l'idée d'un effet qui pourroit les allarmer, & qui me paroît chimérique.

1°. Si l'on veut attribuer les irrégularités de la Montre *S* à l'humidité des brumes; il faut fuppofer que cette humidité peut pénétrer dans l'intérieur des Machines; mais fi elle y pénétroit, les pieces d'acier feroient tachées de rouille au retour des campagnes, car on fait que cette brume eft très-corrofive : or j'ai examiné un affez grand nombre de Montres de poche qui avoient été plufieurs fois à la mer dans différents parages, fans avoir été nettoyées au retour ; je n'y ai jamais apperçu la moindre tache de rouille : mon Horloge N°. 6, a été aux Indes Orientales. & en eft revenue ; dans une autre campagne, elle avoit été expofée pendant plufieurs jours, aux brumes du *grand banc* ; mon Horloge N°. 8, a fait deux campagnes où elle a pareillement été expofée aux brumes : après aucune de ces Epreuves la rouille ne s'eft montrée ; les pieces

d'acier avoient conſervé leur beau poli. Les Montres de M. L. R. & celles d'autres Artiſtes qui concouroient avec lui en 1772, ont été de même expoſées à l'humidité des brumes, ſur un des Bâtiments où mon Horloge N°. 8 étoit auſſi embarquée; & on verra par le rapport de MM. les Commiſſaires, que l'humidité n'avoit pénétré, ni dans les unes ni dans les autres, & qu'au retour, *les pieces même étoient auſſi polies, auſſi brillantes, auſſi exemptes du plus léger ſoupçon de rouille, qu'elles pouvoient l'être en ſortant des mains de l'Horloger :* ce ſont les termes du Rapport (*a*). Si l'on n'a jamais apperçu la plus légere tache de rouille dans les Horloges Marines, au retour des plus longues campagnes, quoiqu'elles euſſent été expoſées aux brumes; c'eſt une preuve, ſans replique, que l'humidité n'y pénetre pas : & quand elle y pénétreroit, quel effet pourroit-elle produire ſur le mouvement d'une Montre ? Les métaux ſont-ils extenſibles par l'humidité ? Y a-t-il quelque partie du méchaniſme d'une Horloge qui le ſoit, & ſur lequel l'humidité puiſſe influer ? On n'auroit à craindre que la rouille ; mais les pivots où elle ſeroit ſans doute le plus nuiſible, n'en ſont-ils pas garantis par l'huile qu'on eſt forcé d'y mettre pour adoucir les frottemens ?

2°. Si l'on veut attribuer les irrégularités de la Montre *S* à l'humidité des brumes, nous demanderons pourquoi cette même humidité n'a point altéré la régularité de la Montre *A* qui étoit placée auprès de la Montre *S*, & qui lui eſt *parfaitement ſemblable, ſoit dans ſes principes, ſoit dans la diſpoſition de ſes parties* (*b*) ? Une même cauſe ne doit-elle pas produire un même effet ſur les deux Machines, dans les mêmes circonſtances ? Si le contraire à lieu, que doit-on augurer de la ſolidité ou de l'application des principes ſur leſquels l'Auteur annonce que les deux Machines ont été conſtruites ?

3°. Je ferai une troiſieme remarque : ce n'eſt que le 9 de

(*a*) Voyez le Rapport lu par M. Pingré, à l'Aſſemblée publique de l'Académie des Sciences, le 21 Avril 1773. *Journal des Obſervations ſur la Phyſique, &c.* Juillet 1773, *page 9.*

(*b*) Ci-devant, *page* 103.

Juillet qu'on *commença à entrer dans les brumes* (*a*) ; mais avant cette époque, les accélérations journalieres de la Montre *S* étoient déja très-considérables, & avoient été en croissant ; du 14 au 15 Juin, l'excès journalier sur l'accélération du Havre, étoit déja de plus de $4'' \frac{1}{2}$, & se soutint à ce terme pendant quelques jours : du 3 au 4 Juillet, il augmenta & fut de plus de $6'' \frac{1}{2}$; du 4 au 5, de $9''$; du 7 au 8, de plus de $9'' \frac{1}{2}$; du 8 au 9, il n'étoit plus que de $5''$; & d'un peu plus de $6''$, du 9 au 10. On étoit dans les brumes, & l'excès d'accélération avoit cependant diminué : il est vrai qu'il augmenta le 11, & qu'il étoit alors de plus de $12'' \frac{1}{2}$, & le 13 de plus $17'' \frac{1}{2}$; mais il diminua les jours suivants, quoiqu'on fût toujours dans la brume, pour augmenter de nouveau, le 19 : il recommença à diminuer à cette époque, & le 25, dans la rade de Saint Pierre, il n'étoit plus que de $3'' \frac{1}{2}$, & le 27, de $3''$; la brume cependant étoit alors très-épaisse : « nous ne » fûmes pas plutôt mouillés (dit M. Cassini, *pag.* 12 du *Voyage*) » à l'entrée de la rade de Saint Pierre, le 25 Juillet à six heu- » res du matin, que *la brume la plus épaisse vint dérober à nos* » *yeux, pendant deux jours*, la terre qui nous environnoit ».

Il paroît donc qu'il n'y a aucune raison qui puisse faire attribuer à l'humidité des brumes les irrégularités de la Montre *S* : car, outre que cette humidité ne paroît pas avoir altéré la régularité de la Montre *A*, parfaitement semblable à la Montre *S*; les irrégularités même de cette derniere Montre n'ont paru suivre aucune loi; elles ont eu lieu, soit qu'il y eût de la brume, soit qu'il n'y en eût pas; l'accélération a augmenté & diminué sans brume ; a augmenté ou diminué avec de la brume : à qu'elle cause faudra-t-il donc attribuer des irrégularités si considérables, & qui n'ont pas cessé pendant près de six semaines? Nous l'ignorons ; & bien d'autres peut-être l'ignorent comme nous.

L'*Enjouée* partit de Saint-Pierre le 3 Août, & le 26, elle mouilla devant Salé, à la côte d'Afrique. *Beau temps, bon* Traversée de St. Pierre à Salé, & de Salé à Cadix.

(*a*) Voyez le *Voyage* de M. Cassini, *page* 4.

vent, belle mer : voilà en peu de mots (dit M. Caſſini (*a*)) *l'hiſtoire de notre traverſée de Saint-Pierre à Salé ; ce qui m'exempte d'un plus long détail.*

La Frégate partit de Salé le 10 de Septembre, & après quatre jours de vent favorable, elle fut rendue à Cadix, où elle laiſſa tomber l'ancre le 13 Septembre au ſoir.

De la marche comparée des deux Montres dans les deux traverſées.

Si l'on examine la marche réciproque des deux Montres ; dans le cours de ces deux traverſées, on y reconnoîtra des inégalités aſſez conſidérables, quoiqu'elles le ſoient moins que dans la traverſée du Havre à Saint-Pierre. D'après les obſervations faites dans ce dernier Port (*b*), on établit que le 1er. Août, la Montre *S* accéléroit par jour, ſur le moyen mouvement, de 9″ 45‴, & que la Montre *A* retardoit, au contraire, de 41‴ : il s'enſuit que la Montre *S* devoit accélérer, en 24 heures, ſur la Montre *A*, de 10″ 26‴.

On remarque des inégalités aſſez conſidérables dans le mouvement réciproque des deux Montres.

En jettant les yeux ſur la *Table des comparaiſons journalieres* (*c*), on voit que, dès le premier jour, du 1 au 2 Août, l'accélération de la Montre *S* ſur la Montre *A*, n'eſt deja plus que de 7″, c'eſt-à-dire, qu'elle a été trop petite de 3″ 26‴ en 24 heures : cette accélération diminue encore les jours ſuivans, juſqu'au 16, mais irréguliérement, tantôt plus, tantôt moins (*d*) ; la diminution eſt de 3″ 26‴, à 8″ 56‴ en 24 heures. Du 16 Août au 16 Septembre, l'accélération de la Montre *S* ſur la Montre *A* diminue encore davantage : la diminution eſt de 9″ 26‴, 10″ 26‴, 11″ 26‴, & 12″ 56‴, en 24 heures.

Doit-on imputer toutes les inégalités du mouvement réciproque des deux Montres à la ſeule Montre *S*? Ne doit-on rien mettre ſur le compte de la Montre *A*? Nous allons voir,

(*a*) Page 22 du *Voyage*.

(*b*) Ci-devant, *page* 106.

(*c*) Voyez le *Voyage de M. Caſſini*, page 102 & ſuiv.

(*d*) Il paroît qu'il y a une faute d'impreſſion à la page 102 du *Voyage de M. Caſſini* : au 3 Août, on a marqué l'avance de la Montre *S* ſur la Montre *A* de 12′ 13″ ; elle doit être ſans doute de 12′ 3″ : autrement la variation de l'avance, du 2 au 3, eût été + 15″ & non pas + 5″, & du 3 au 4, — 3″ & non pas + 7″ : par conſéquent, la différence entre le mouvement de l'Horloge dans le premier jour, & ſon mouvement dans le ſecond, eût été de 18 ſecondes ; au lieu que ſelon toute apparence, elle n'a été que de deux ſecondes, (différence de + 5 à + 7).

par

par le résultat des observations qui furent faites dans le mois de Septembre à Cadix, que ce seroit peut-être trop hasarder que de donner une confiance entiere à la Montre *A*.

On vérifia le mouvement de chaque Montre, à Cadix, du 16 au 30 Septembre, & on eut les résultats suivants (*a*).

	MONTRE *S*.	MONTRE *A*.
Du 16 au 17 accélér. par jour	1″ 32‴. accélér. par j.	2″ 2‴
17 au 18	1. 49	2. 49
18 au 20	3. 00	3. 45
20 au 22	2. 16	2. 31
22 au 24	3. 52	5. 22
24 au 25	2. 44	4. 44
25 au 30	6. 31	14. 49

On voit que, du 17 au 25, en 8 jours, le mouvement de la Montre *S*, a varié de 5″ moins 1‴; le 25, l'accélération avoit augmenté subitement de 3″ 47‴, en 24 heures. Marche des Montres à Cadix.

La variation a été beaucoup plus considérable dans la Montre *A* qui paroissoit avoir conservé sa régularité dans la premiere traversée du Havre à Saint Pierre: du 17 au 25, en 8 jours, son accélération journaliere s'accroît de 12″ 47‴; & le 25, elle avoit augmenté subitement, en 24 heures, de 10″ 5‴, la Montre étant à terre.

L'accroissement d'accélération, de 3″ 47‴, en 24 heures, dans la Montre *S*, ne peut étonner; nous lui en avons reconnu de bien plus considérables; mais à quoi doit-on attribuer cet écart subit de la Montre *A*, de 10″ 5‴, en 24 heures, qui s'est soutenu du 25 au 30.

« Cette irrégularité assez considérable de la Montre *A*, dit » M. Cassini (*b*), reconnue par les dernieres observations de

(*a*) Voyez le *Voyage*, *page* 85.
(*b*) Ibid. page 86.

» Cadix, ainsi qu'une variation, mais légere, à la vérité, de » la part de la Montre S qui a eu lieu dans les mêmes mo» mens, doivent par conséquent être attribuées à une même » cause que je crois pouvoir assigner : en effet, le 25 Septem» bre, à midi, le Thermometre placé du côté du Nord, étoit » à $22^{d}\frac{1}{2}$; il n'avoit point encore monté si haut depuis notre » arrivée à Cadix. Le lendemain, & le sur-lendemain 26 & » 27 Septembre, il souffla un vent d'Est qui nous amena une » chaleur étouffante qui fit monter le Thermometre à $24^{d}\frac{1}{2}$. » Le 28, il se soutint encore, à midi, à $21^{d}\frac{1}{2}$. Ces plus grandes » hauteurs du Thermometre remarquées dans le même temps » que les variations des Montres, donnent tout lieu de croire » que la chaleur a eu quelque influence sur leur mouvement ».

Les irrégularités des deux Montres à Cadix, ne peuvent être attribuées à l'effet de la chaleur.

Je me permettrai de faire encore ici quelques remarques qui m'empêchent de me ranger à l'opinion de M. Cassini.

1°. Une chaleur *étouffante* peut bien gêner la respiration des hommes; mais elle ne doit pas gêner le mouvement d'une Montre : c'est du degré effectif de chaleur, dont il s'agit pour l'Horloge, & non de la qualité de la chaleur.

2°. L'augmentation peu considérable qu'a éprouvé l'accélération de la Montre *S*, dans le même temps que la Montre *A* a eu son écart brusque de 10″, n'est pas une preuve qu'on doive attribuer l'irrégularité des deux Montres à la même cause, à la chaleur : car l'accroissement d'accélération dans la Montre *S*, n'a été que de 3″ 47‴, en 24 heures; & nous avons vu (*a*) que cette même Montre, dans la traversée du Havre à Saint Pierre, avoit eu, en 24 heures, des accroissements d'accélération de 5, 6 & 7 secondes; certainement on ne peut attribuer ces irrégularités à l'effet de la chaleur; & cependant elles sont plus considérables que celles que cette même Montre a eues à Cadix.

3°. Il est certain qu'un *Thermometre exposé au Nord*, à l'Observatoire de Cadix, le 25 Septembre, à midi, y a monté à $22^{d}\frac{1}{2}$; que le 25, le 27 & le 28, le même Thermometre exposé au même endroit, y a monté à $24^{d}\frac{1}{2}$; & que le

(*a*) Ci-devant, page. 106.

29 & le 30, il s'y est encore soutenu à $21^d \frac{1}{2}$: mais on voit dans la *Table des comparaisons journalieres des Montres*, imprimée à la suite des observations (*a*), que le *Thermometre des Montres*; celui qui étoit enfermé dans une des caisses, n'est monté qu'à $19^d \frac{1}{2}$, le 25 Septembre, à midi; le 26, à 20^d; le 27, à 21^d; le 28, à $20^d \frac{1}{4}$; le 29, à $20^d \frac{1}{2}$; le 30, à 20^d. La plus grande chaleur que les Montres aient éprouvée à Cadix, a donc été de 21^d, le 27 Septembre: c'est celle qui étoit indiquée par leur propre Thermometre; elles n'ont pu éprouver la même chaleur que le Thermometre qui étoit exposé au Nord dans l'Observatoire, puisqu'elles n'étoient pas à la même exposition.

4°. On voit encore dans la *Table des comparaisons journalieres*, que, depuis le 16 Septembre à Cadix, jusqu'au 25, le Thermometre des Montres s'est soutenu constamment entre 19 & $19^d \frac{1}{2}$: cette chaleur des premiers jours de la vérification faite à Cadix ne différoit donc que d'un à deux degrés, de celle que les Montres ont éprouvée dans les derniers jours: pourquoi n'a-t-elle pas influé sur le mouvement des Montres dans les neuf premiers jours? Car on voit que, dans cet intervalle, l'accélération journaliere de chaque Montre a tantôt *augmenté* & tantôt *diminué* jusqu'au 25; ce n'est que le 25, qu'elle s'est accrue subitement de 10″ 5‴ dans la Montre *A*; & de 3″ 47‴ seulement dans la Montre *S*. Mais dans celle-ci, on avoit déja vu à Cadix, avant le 20, une augmentation de 1″ $\frac{1}{3}$, qui fut suivie d'une diminution, &c. On peut remarquer d'ailleurs que ce n'est que le 27 que la chaleur a été de 21^d, la plus grande qu'aient éprouvé les Montres; & que c'est du 24 au 25, que la grande accélération de la Montre *A* avoit commencé: avant le 27, la chaleur n'avoit pas été plus forte que dans les premiers jours de la vérification.

5°. Mais ce n'étoit pas la premiere fois, dans cette Epreuve, que les Montres avoient été exposées à la plus grande chaleur qu'elles aient éprouvée pendant leur séjour à Cadix:

(*a*) Page 105 du Voyage, colonne du Thermometre.

on peut voir dans la *Table des comparaisons journalieres* (*a*), que dans les traversées de Saint-Pierre à Salé, & de Salé à Cadix, depuis le 15 Août jusqu'au 16 Septembre, c'est-à-dire, pendant les 32 jours qui ont précédé la vérification de Cadix, le Thermometre des Montres s'est soutenu sans interruption à 19, 20 & 21 degrés & même à 22; il n'a été que quatre fois au-dessous de 19, c'est-à-dire, à 18 & 18$^{d}\frac{1}{2}$: & le temps de la plus grande chaleur est cependant celui où le mouvement réciproque des Montres a paru avoir le moins de variation. Si la même cause ne produit pas toujours les mêmes effets, est-on bien fondé à attribuer un effet à cette cause ?

6°. Mais il se présente encore une réflexion : ne seroit-il pas bien étonnant que la chaleur eût une si grande influence sur les Montres de M. L. R., & qu'elle pût y occasionner du désordre ? On peut voir dans son *Exposé succinct* (*pag.* 29), combien peu il en redoutoit les effets : « il paroît (dit-il) que M. » Harrison ne construit ses Montres que pour des degrés de cha- » leur & de froid très-modérés. On lui a proposé qu'elles fussent » observées par le temps le plus froid, & à un degré de cha- » leur qui fit monter le Thermometre de Farheinhet au 86me » degré, répondant au vingt-huitieme de Réaumur, qui est un » degré qu'on éprouve sous la zone torride & même souvent » dans nos climats. Cette demande, dit-on, a paru bien dure à » ses amis. M. le Marquis de Courtanvaux peut rendre témoi- » gnage que, de mon propre mouvement, je lui ai proposé » d'éprouver une de mes Montres, non-seulement au quatre- » vingt-sixieme degré, mais même au centieme ; *l'assurant d'a- » près, mes expériences, qu'il n'y remarqueroit aucune différence » sensible* ».

Concluons à la suite de ces remarques, que c'est une peine inutile, que de se mettre à la torture pour chercher à quelle cause on doit attribuer les irrégularités des Montres Marines : une Montre est irréguliere, parce qu'elle est irréguliere : toutes les raisons qu'on pourroit donner ne la justifient pas. Qu'on

(*a*) *Voyage de M. Cassini*, pages 102 & suiv. colonne du Thermometre.

attribue les irrégularités à l'humidité de l'air, à l'effet de la chaleur; qu'on les mette sur le compte des roulis, &c : on n'empêche pas que les Montres n'aient eu ces irrégularités ; & les Navigateurs ne demandent pas pourquoi une Montre a été irréguliere, ils demandent qu'elle soit réguliere ; ils demandent qu'au moins ses écarts, quelle qu'en soit la cause, n'excédent pas $2'' \frac{6}{7}$ par jour, afin qu'on soit assuré, qu'après six semaines, elle donnera la Longitude à la précision d'un *demi-degré*.

De la précision à laquelle les deux Montres auroient donné la Longitude à Cadix.

Pour apprécier la régularité des Montres de M. L. R. M. Cassini recherche à quelle précision elles auroient donné la longitude de Cadix, le 16 Septembre, en ne supposant autre chose de connu que le mouvement des Montres tel qu'il avoit été établi au Havre, le 8 Juin. Il trouve qu'après 100 jours (*a*), l'erreur de la Montre *A*, est de 53 minutes de degré, & celle de la Montre *S*, de 1 degré 39 minutes.

On a tout lieu de croire qu'il s'est fait une compensation d'erreurs dans la Montre *S* : car, si l'on doit attribuer à cette Montre, tous les écarts reconnus entre les mouvemens comparés des deux Montres, pendant les deux traversées; la somme de ces écarts produira plus d'un degré deux tiers d'erreur; mais peut-on bien conclure avec certitude, qu'aucun des écarts ne doit être attribué à la Montre *A*? L'accroissement brusque d'accélération qu'elle a eu à Cadix, étant à terre, & qui n'est pas moins que de 10'', en 24 heures, ne peut-il pas faire naître quelque doute sur sa régularité apparente jusqu'à cette époque ; puisque, avant ce temps, elle s'étoit trouvée dans les mêmes circonstances, & avoit été exposée aux mêmes degrés de chaleur, qu'elle a depuis éprouvés à Cadix ?

Du Mouvement journalier de chaque Montre, d'après lequel on doit calculer, pour la traversée de Cadix à Brest.

Examinons quel mouvement journalier on devoit supposer à chaque Montre, en partant de Cadix pour se rendre à Brest.

(*a*) Voyez *le Voyage*, page 90. M. Cassini compte 109 jours, parce qu'il rapporte au 30 Mai, l'établissement du mouvement des Montres au Havre ; mais les 9 jours employés à établir le mouvement, ne doivent pas être compris dans la période d'Épreuve, qui ne commence qu'au 8 de Juin, dernier jour d'observations.

En comparant entr'eux les midis du 16 & du 30 Septembre, à Cadix, on déduit l'accélération journaliere de la Montre *S* sur le moyen mouvement, de 4″ 25‴ par jour; & celle de la Montre *A*, de 7″ 38‴ (*pag.* 87 *du Voyage*). D'après ces mouvements, la Montre *A* devoit accélérer, chaque jour, sur la Montre *S*, de 3″ 13‴.

Mais ne paroît-il pas qu'on doit calculer, pour la traversée qui suit la vérification de Cadix, d'après le résultat des observations les plus voisines du départ? je veux dire d'après celles du 25 au 30 Septembre, par lesquelles on établit que la Montre *S* accéléroit chaque jour, sur le moyen mouvement, de 6″ 31‴, & la Montre *A*, de 14″ 49‴ (ci-devant *pag.* 113). Si l'on n'eût pas fait les premieres observations de Cadix, avant le 25, n'eut-on pas compté sur celles du 25 & du 30? y a-t-il quelque raison qui les eut fait rejetter? D'après ces derniers mouvements, la Montre *A* devoit accélérer, chaque jour, sur la Montre *S*, de 8″ 18‴. Il paroît même que, du 30 Septembre jusqu'au 24 Octobre, le mouvement réciproque des deux Montres ne s'est pas fort éloigné du rapport qu'on établit d'après les dernieres observations de Cadix : car on voit, par la *Table des comparaisons journalieres* (*a*), que, dans cet intervalle, l'accélération journaliere de la Montre *A* sur la Montre *S*, a été assez ordinairement entre 6″ & 6″ $\frac{1}{2}$: cinq fois de 7″ $\frac{1}{2}$: deux fois de 9″ : une fois de 10″ : deux fois de 5″ : une seule fois de 4″ (*b*). Le terme moyen entre les différentes accélérations de la Montre *A* sur la Montre *S*, qui feroit à-peu-près 6″ $\frac{1}{4}$, differe moins, comme on le voit, du mouvement réciproque conclu des dernieres observations de Cadix (c'est-à-dire, de 8″ 18‴), qu'il ne differe du mouvement réciproque conclu des observations faites aux deux termes extrêmes de la vérification de Cadix (c'est-à-dire, de 3″ 13′′.

(*a*) Voyez le *Voyage*, pag. 106 & 107.

(*b*) Les variations de l'accélération journaliere de la Montre *A* sur la Montre *S*, ne furent jamais que de 1 à 2 secondes, excepté du 5 au 6 d'Octobre : dans ces 24 heures, la Montre *A* accéléra sur la Montre *S* de 10 secondes ; dans les 24 heures précédentes, elle n'avoit accéléré que de 4 secondes ; la différence est de 6 secondes en 24 heures.

Ce n'eſt que le 25 d'Octobre que l'accélération journaliere de la Montre *A*, par rapport à la Montre *S*, commence à n'être plus que de $3'' \frac{1}{2}$, & ſe ſoutient la même, à 1 ou 2″ de différence près, juſqu'au 4 de Novembre, époque de la derniere vérification, qui fut faite à Breſt.

De la préciſion à laquelle les deux Montres ont donné les Longitudes après 35 jours.

En calculant, pour la traverſée de Cadix à Breſt, d'après le mouvement journalier de chaque Montre, tel que l'ont donné les dernieres obſervations de Cadix, M. Caſſini conclut (*a*) que le 4 Novembre à Breſt, l'erreur de la Montre *A* étoit de 0 heure $3' 57'' 2'''$, & celle de la Montre *S*, de 0 heure $2' 19'' 52'''$; c'eſt-à-dire, qu'après 35 jours (*b*), l'erreur de la Montre *A*, ſur la longitude de Breſt, étoit *d'un degré* (moins trois quarts de minute), & l'erreur de la Montre *S* de *trente cinq minutes de degré*, c'eſt-à-dire, de plus d'un demi-degré.

La Montre *A*, qui avoit d'abord été ſi réguliere, donne *un degré* d'erreur après 35 jours.

Il faut remarquer que la Montre *S*, qui étoit la moins réguliere au commencement de l'Epreuve, eſt devenue à la fin la meilleure; & que la Montre *A* qui d'abord avoit paru ſi parfaite, finit par donner *un degré d'erreur* après *trente-cinq jours*.

La même remarque aura lieu, ſi, comme l'a fait M. Caſſini (*c*), on veut comprendre l'Epreuve entiere dans le calcul, c'eſt-à-dire, tout le temps écoulé, entre le 8 Juin, dernier jour d'obſervations au Havre, & le 4 Novembre, premier jour des obſervations de Breſt. On aura, à la fin de cette période de 149 jours (*d*), une erreur de *deux degrés trois quarts* par la Montre *A* : l'erreur n'eſt que d'un peu plus d'*un degré & demi* par la Montre *S*, malgré toute l'irrégularité qui s'eſt

(*a*) Voyez le *Voyage*, page 97, Note

(*b*) M. Caſſini en compte 40, parce qu'il comprend dans la période les cinq jours écoulés du 25 au 30 Septembre; mais comme les obſervations de Cadix qui ont ſervi à conſtater le mouvement de chaque Montre, n'ont fini que le 30; ce n'eſt qu'à cette derniere époque que la période doit commencer.

(*c*) *Voyage*, page 96.

(*d*) M. Caſſini compte cette période, compriſe, ſelon lui, entre le 30 Mai & le 4 Novembre, de 161 jours. Il y a évidemment une faute d'impreſſion; l'intervalle n'eſt que de 158 jours : nous ne le comptons que de 149, parce que les 9 jours écoulés entre le 30 de Mai & le 8 de Juin, ont été employés aux obſervations qui ont ſervi à établir le mouvement journalier de chaque Montre.

manifestée dans cette derniere Montre pendant la durée de l'Epreuve. Il paroît évident que sans le secours des compensations, l'erreur de la Montre *S*, après 149 jours, eût été beaucoup plus considérable qu'elle ne l'a été : il n'est pas possible d'apprécier exactement la régularité des Montres Marines, quand on veut embrasser de trop longs intervalles.

Du mouvement de chaque Montre à Brest.

Le mouvement journalier de chaque Montre fut encore constaté à Brest avant que de terminer l'Epreuve. Par les observations qui furent faites du 4 au 7 Novembre, on reconnut que la Montre *A* accéléroit alors sur le moyen mouvement, de 7″. 20‴, en 24 heures (*a*), c'est-à-dire, de 7″ 29‴ de moins qu'à Cadix, trente-cinq jours auparavant (*). L'accélération journaliere de la Monte *S*, sur le moyen mouvement, étoit de 5″ 9‴ (*b*), c'est-à-dire, moins grande seulement qu'à Cadix, de 1″ 22‴. La Montre *A* accéléroit donc, à Brest, sur la Montre *S*, de 2″ 11‴, en 24 heures. En jettant les yeux sur la *Table des comparaisons journalieres* (*c*), on voit que ce n'est que le 25 d'Octobre, c'est-à-dire, 10 jours seulement avant la vérification de Brest, que les Montres ont commencé à avoir entr'elles ce rapport d'accélération, à 1″ près : avant ce terme, la différence d'accélération de l'une sur l'autre avoit été entre six & sept secondes ; ce qui se rapproche beaucoup plus de la différence de 8 secondes un tiers, établie d'après les observations du 25 & du 30 Septembre à Cadix, qu'il n'approche de la différence de 3 secondes 13 tierces, qu'on voudroit établir d'après les observations extrêmes, faites le 16 & le 30 Septembre à Cadix. Cette remarque confirme ce que nous avons déja dit (*pag.* 118), qu'on devoit calculer, pour la traversée de Cadix à Brest, d'après le mouvement qu'avoient indiqué les dernieres observations de Cadix.

APRÈS cette seconde Epreuve, l'Académie Royale des Sciences décerna le prix de 1769, aux Montres Marines de

(*a*) *Voyage*, page 94.

(*) En comptant sur le mouvement des Montres à Cadix, tel qu'on l'établit d'après les dernieres observations (ci-devant, pages 113 & 118.)

(*b*) *Voyage*, page 95.

(*c*) *Ibid.* page 107.

M.

M. L. R. les feules qui euffent été éprouvées fur l'*Aurore* en 1767, & fur l'*Enjouée* en 1768. L'Académie déclara cependant que *le but principal de cette récompenfe étoit d'encourager l'Auteur à de nouvelles recherches.* Il paroît que cette favante Compagnie crut ne devoir prononcer que fur une des deux Montres (fur la Montre *A*) : car il n'eft parlé dans le Programme que d'une feule Montre, de celle qui *même étant à terre* (dit l'Académie) a paru avancer affez *brufquement de* 11 *à* 12 *fecondes par jour : d'où il fuit* (conclue-t-elle) *que cette Montre n'a pas encore le degré de perfection qu'on peut y défirer.* (Voyez ci-devant *pag.* 12).

Epreuve de mes Horloges N°. *6* & N°. 8, *fur la Frégate* l'Ifis, *en* 1768 *&* 1769.

Si l'Ouvrage de M. de Fleurieu, qui doit rendre compte de l'Epreuve de mes Horloges Marines, N°. *6* & N°. 8, étoit public ; je pourrois en faire un Extrait dont le Lecteur feroit à portée de vérifier l'exactitude dans l'Ouvrage même (*a*). Pour y fuppléer, j'ai prié M. de Fleurieu de vouloir bien me communiquer les réfultats de toutes les obfervations qu'il a faites, conjointement avec M. Pingré, de l'Académie des Sciences, pour vérifier la régularité de mes Horloges Marines, dans différents Ports d'Europe, d'Afrique & d'Amérique. Je vais mettre fous les yeux du Lecteur le Précis de l'Epreuve, tel qu'il m'a été donné par M. de Fleurieu.

(*a*) Cet Ouvrage s'imprime à l'Imprimerie Royale, fous le titre de *Voyage fait par ordre du Roi, en* 1768 *&* 1769, *à différentes parties du Monde*, pour éprouver en mer les Horloges Marines de M. Ferdinand Berthoud, &c. Il doit paroître inceffamment.



Précis de l'Epreuve des Horloges N°. 6 & N°. 8, de M. Ferdinand Berthoud, faite par ordre du Roi en 1768 & 1769, sur la Frégate l'Isis, *armée au Port de Rochefort.*

Idée générale de l'Epreuve.

» L'Epreuve des Horloges Marines de M. Berthoud a commencé à Rochefort, le 10 de Novembre de l'année 1768, » & fini dans le même Port, le 21 de Novembre de l'année suivante. Plusieurs coups de vent essuyés dans le cours de la » campagne, des Roulis presque continus, & dont l'étendue » (mesurée) passoit quelquefois 45 dégrés; toutes les vicissitudes de la température de l'air, depuis le terme de la congélation, jusqu'au vingt-cinquieme degré du Thermometre de » Reaumur (*); l'humidité pénétrante des Brumes du grand » banc de Terre-Neuve, à travers lesquelles on a navigué pendant plusieurs jours consécutifs: enfin, toutes les causes physiques qui peuvent contribuer à altérer la justesse d'un Horloge » Marine, se sont combinées & réunies dans le cours d'une » année, pour éprouver la régularité des Horloges de M. Bertoud. Quatorze vérifications faites dans différents Ports, à » des termes peu éloignés, ont prévenu les compensations d'erreurs, qui peuvent avoir lieu dans de trop longs intervalles, » & nous ont fourni les moyens d'apprécier très-exactement la » régularité absolue de chaque Horloge, pendant chaque période particuliere. Telle est l'idée générale qu'on peut se former de la rigueur & des circonstances de cette Epreuve.

« M. Berthoud » déclare, avant » l'Epreuve qu'on » doit attendre plus » de justesse du » N°. 8 que du » N°. 6. »

» M. Berthoud avoit déclaré par écrit, avant l'Epreuve de » ses Horloges Marines, que l'Horloge qu'il avoit cotée N°. 8, » étoit celle dont on devoit attendre le plus de justesse: l'événement a justifié la prédiction: & comme M. Bertoud nous a » paru désirer particuliérement les détails relatifs à cette Horloge, nous insisterons moins sur ceux qui appartiennent à l'Horloge, N°. 6.

(*) Nous ne parlons ici que du Thermometre qui étoit enfermé dans la caisse d'une des Horloges: celui qu'on exposoit à l'air libre, a descendu beaucoup plus bas & monté beaucoup plus haut. (*Note de M. de Fleurieu.*)

» Tous les résultats que nous allons donner sont pris par un » milieu entre les observations de M. Pingré & les miennes : ces » observations sont déposées en original au Bureau des Plans & » Journaux de la Marine : les Procès-verbaux sont signés de tous » les Officiers de la Frégate, qui ont assisté à nos opérations.

Tableau des mouvements journaliers de chaque Horloge, comparés au moyen mouvement du Soleil.

» Le rapport du mouvement de l'Horloge, N°. 8, au moyen » mouvement du Soleil, ne s'est pas soutenu le même pendant » la durée de l'Epreuve : le retard journalier de cette Horloge » étoit, le 7 Décembre 1768, de 4 secondes $\frac{12}{100}$: le premier Novembre 1769, il étoit de 18 secondes $\frac{6}{10}$. Mais cet accroissement de retard journalier a été à très-peu près progressif ; & » dans aucune circonstance, il n'a produit, après six semaines, » plus d'*un quart de degré* d'erreur sur la Longitude des Ports où » nous avons abordé : le plus souvent l'erreur étoit beaucoup » moindre.

» Le mouvement journalier de l'Horloge, N°. 6, ne paroît » avoir suivi aucune progression : le retard journalier a quelquefois diminué, quelquefois il a augmenté : il étoit plus » grand à la fin de l'Epreuve, qu'onze mois & demi auparavant, » de 18 secondes $\frac{3}{4}$. Dans les six premiers mois de l'Epreuve, » les variations du mouvement de cette Horloge, n'ont jamais » produit une erreur en Longitude de plus d'*un quart de degré*, » après six semaines, quelquefois moins : excepté à la deuxieme » vérification, faite à l'Isle d'Aix, (le 22 Décembre 1768) temps » auquel un très-grand froid occasionna dans le N°. 6 un dérangement accidentel qui n'eut plus lieu dès que le froid cessa.

» Nous avons vérifié dix fois le mouvement de chaque Horloge, & nous avons eu les résultats suivans :

	Horl. N°. 8. *Secondes.*	Horl. N°. 6. *Secondes.*
A Rochefort, du 14 Nov. au 7 Déc. 1768, ret. par jour.	4,$\frac{12}{100}$	R. par j. 6,$\frac{11}{100}$.
A l'Isle d'Aix, du 22 Déc. au 18 Janv. 1769	5,09.	........4,86.
A Cadix, du 1er au 4 Mars	8,54.	........5,61.
A la Praya (Isles du Cap-verd) du 13 au 18 Avril	11,61.	........7,81.
Au Fort-Royal (Martinique) du 11 au 14 Mai	13,47.	........4,17.

	Horl. N°. 8. *secondes.*	Horl. N°. 6. *secondes.*
Au Cap-François (S. Domingue) du 7 au 10 Juin....	14,42.	.......7,94.
A Angra (Isles Açores) du 25 au 31 Juil.........	16,75.	......12,78.
A Ste. Croix (Isle de Ténériffe) du 18 au 21 Août...	19,27.	......14,05.
A Cadix (*iterum*) du 4 au 10 Octobre.............	15,92.	......25,03.
A l'Isle d'Aix (*iterum*) du 1er au 13 Novembre......	18,60.	......25,10.

Examen de la marche du N°. 8.

» Si l'on veut comparer entr'eux les mouvemens de » l'Horloge N°. 8, tels qu'ils ont été constatés aux diffé- » rentes époques des vérifications ; on trouvera que, du » 7 Décembre 1768 au 22 du même mois, après 15 jours, » le retard journalier avoit augmenté de $\frac{97}{100}$ de seconde ; » c'est à raison de *six centiemes & demi* de seconde d'accroissement » par chaque jour ; en supposant l'accroissement progressif (*). » Du 18 Janvier 1769 au premier Mars, après 42 jours, » l'augmentation totale étoit de 3 secondes $\frac{45}{100}$: l'accroisse- » ment journalier avoit donc été de *huit centiemes* de seconde. Du » 4 Mars au 13 Avril, après 40 jours, l'augmentation totale » étoit de 3 secondes $\frac{7}{100}$: l'accroissement journalier avoit donc » été d'un peu moins de *huit centiemes*. Du 18 Avril au 11 Mai, » après 23 jours, l'augmentation totale étoit de 1 seconde » $\frac{86}{100}$: l'accroissement journalier avoit donc été de *huit centiemes*: » ainsi, l'on voit que, du 7 Décembre 1768 jusqu'au 11 Mai » 1769, c'est-à-dire, pendant plus de 5 mois, l'accroissement » du retard journalier de l'Horloge a suivi assez constamment une » progression arithmétique, dont la différence commune étoit à » peu près de *huit centiemes* de seconde. Cette différence a été » moindre ensuite pendant un mois : Du 14 Mai au 7 Juin, » après 24 jours, l'augmentation totale du retard étoit de $\frac{95}{100}$ de » seconde ; & par conséquent l'accroissement journalier n'avoit » été que de *quatre centiemes*. Du 10 Juin au 25 Juillet, la pro- » gression est revenue à son ancienne différence : l'augmentation

(*) Si le dernier terme d'une progression arithmétique composée de 15 termes, est $\frac{97}{100}$; & que le premier soit zéro ; le deuxieme terme, qui est aussi la différence commune de la progression, sera 0″, $\frac{06}{100}\frac{67}{00}$, ou seulement 0′, $\frac{06}{100}$ en négligeant les fractions au-dessous des centiemes. (*Note de M. de Fleurieu.*)

» totale, après 45 jours, étoit de 2 secondes $\frac{33}{100}$: l'accroissement journalier avoit donc été d'un peu plus de *huit centiemes*. » Du 31 Juillet au 18 Août, après 18 jours, l'augmentation » totale étoit de 2 secondes $\frac{52}{100}$: l'accroissement journalier avoit » donc été de *quatorze centiemes* : c'est le temps de l'Epreuve où » l'accroissement a été le plus grand. Du 21 Août au 4 Octobre, » le retard journalier du mouvement de l'Horloge avoit diminué : » c'est la premiere & l'unique fois, pendant toute la durée de » l'Epreuve, que cette diminution a eu lieu. La diminution to» tale du retard journalier étoit, après 44 jours, de 3 secondes » $\frac{35}{100}$: la diminution journaliere avoit donc été de *sept centiemes* » $\frac{2}{3}$. Le retard journalier reprit ensuite son accroissement : du » 10 Octobre au premier Novembre, après 21 jours, l'augmen» tation totale étoit de 2 secondes $\frac{68}{100}$: l'accroissement journalier » avoit donc été d'un peu moins de *treize centiemes*.

» M. Berthoud, en examinant l'Horloge N°. 8 qui lui avoit » été remise à notre retour, & en faisant de nouvelles expé» riences avec cette Machine, reconnut à quelle cause il de» voit attribuer l'accroissement progressif du retard journalier que » nous avions observé pendant l'Epreuve de 1769 (*a*) ; & l'on » a pu juger d'après le résultat des observations qui ont été faites » en 1771 & 1772, par MM. de Verdun, de Borda & Pingré, » que cette Horloge avoit eu pendant tout leur Voyage, un » mouvement uniforme, ou que du moins son mouvement n'a» voit été sujet qu'aux variations très-petites qu'on ne pourra » sans doute jamais éviter dans les Horloges Marines les plus » parfaites, variations telles que les Horloges Astronomiques » même en éprouvent à terre.

Examen de la marche du N°. 6.

» Les variations du retard journalier de l'Horloge, N°. *6*, » ainsi que nous l'avons annoncé, ne paroissent avoir suivi aucune » loi déterminée : dans les six premiers mois de l'Epreuve, de» puis le 7 Décembre 1768, jusqu'au 10 de Juin 1769, il a

(*a*) J'en ai rendu compte dans mon *Traité des Horloges Marines*, ainsi que des moyens que j'ai mis en usage pour que cet effet n'eût plus lieu dans la suite. (N°. *900* & suiv. N°. *926* & suiv.)

» tantôt augmenté & tantôt diminué de quantités peu considé-
» rables, comme on peut le voir ci-dessus dans le Tableau de
» ses mouvemens journaliers : mais, dans l'intervalle de 45 jours,
» du 10 Juin au 25 Juillet, son retard journalier avoit augmenté
» de 4 secodnes $\frac{84}{100}$: du 21 Août au 4 Octobre, il s'accrut
» encore de 11 secondes en 44 jours, & se soutint au même ter-
» me jusqu'à la fin de l'Epreuve.

De la précision à laquelle les deux Horloges ont donné les Longitudes à la fin de chaque période, en calculant d'après le mouvement journalier établi au commencement de la période.

» L'examen des changemens survenus dans le mouvement
» d'une Horloge Marine ne suffiroit pas pour apprécier la régula-
» rité de cette Machine ; car il est très-possible qu'une Horloge
» ait la même accélération ou le même retard journalier, par
» rapport au moyen mouvement du Soleil, au commencement &
» à la fin d'une certaine période de temps, & que cependant cette
» Horloge ait eu, dans l'intervalle, des écarts accidentels,
» dont la somme, s'ils sont tous dans le même sens, ou la diffé-
» rence, s'ils sont en sens contraires, peuvent produire à la fin
» de la période, une erreur considérable dans la Longitude que
» l'Horloge assigne quand on vient à l'atterage : il est donc né-
» cessaire de comparer les Longitudes données par l'Horloge, à
» des termes fixes, tels que les Longitudes des Ports où
» l'on aborde, quand elles ont été déterminées par des ob-
» servations Astronomiques. Si l'erreur de la Longitude, donnée
» par l'Horloge Marine, est d'accord avec celle qui doit résul-
» ter du changement qui est survenu dans son mouvement jour-
» nalier ; on est bien fondé à conclure que ce changement a été
» progressif, & que la justesse de la détermination de Longitude
» par l'Horloge, n'est point l'effet d'une compensation d'erreurs.

» En examinant la régularité de l'Horloge, N°. 8, sous ce
» point de vue, nous avons eu les résultats suivans.

Horloge N°. 8.

» L'erreur de l'Horloge, sur la Longitude de l'Isle d'Aix,
» après 15 *jours*, étoit d'un *trentieme de degré* ; d'un *quart* de de-
» gré, à Cadix, après 45 *jours* ; d'un *trentieme*, à Sainte Croix de
» Ténériffe, après 23 *jours* : d'un *septieme*, à Gorée, après 34
» *jours* ; d'un *cinquieme*, à la Praya (dans l'Isle de Sant-Yago,
» une de celles du Cap-Verd) après 40 *jours* ; d'un *quinzieme*,
» à Saint Pierre de la Martinique, après 19 *jours* ; d'un *dixieme*,

» au Fort-Royal de la Martinique, après 23 *jours*; d'un *soixantieme*, au Cap-François de Saint-Domingue, après 16 *jours*; » d'un *sixieme*, à Angra (dans l'Isle de Tercere, une des Açores) » après 45 *jours*; d'un *quinzieme*, à Sainte Croix de Ténériffe, » (au retour) après 18 *jours*: d'un *huitieme*, à Cadix, après 44 » *jours*: d'un *dixieme*, à l'Isle d'Aix, après 22 *jours*.

» On voit donc que, dans aucun cas, l'accroissement progressif du retard journalier de l'Horloge, N°. 8, n'a produit une » erreur de plus d'*un quart de degré*, après *six semaines*, sur les » Longitudes qu'elle a assignées, & que souvent l'erreur a été » beaucoup moindre; c'est-à-dire, que dans le cas le plus désavantageux, elle a encore donné la Longitude à une précision *double*, de la plus grande précision qu'on ait cru pouvoir jamais » attendre des méthodes quelconque, propres à déterminer les » Longitudes en Mer.

» Si l'on veut d'ailleurs comparer les erreurs qui devoient résulter, à la fin de chaque période, de l'accroissement progressif du retard journalier de l'Horloge, aux erreurs effectives des » Longitudes, données par cette même Horloge, on reconnoîtra que ces erreurs sont d'accord, & conséquemment que la » justesse des déterminations n'est point dûe à des compensations » d'erreurs.

Horloge N°. 6.

» L'exactitude de l'Horloge, N°. *6*, a rarement cédé à celle » du N°. 8, pendant les six premiers mois de l'Épreuve; mais » dans les derniers, elle s'est écartée de sa premiere justesse: son » erreur a été de près *d'un quart* de degré, au Fort-Royal, après » 23 jours, & d'un *cinquieme*, après 16 jours, au Cap-François: » elle a été de *cinq sixiemes* de degré, à Cadix, après 44 jours. » Telles sont ses plus grandes erreurs: dans les autres occasions, » la justesse de ses déterminations ne s'est pas éloignée de celle » de l'Horloge, N°. 8.

Somme des erreurs de chaque Horloge dans l'intervalle du départ d'un Port au retour dans un même Port.

» La précision de la méthode que nous venons d'employer » pour apprécier la régularité de chaque Horloge Marine, tient, » comme on peut le voir, à la précision avec laquelle les Longitudes des Ports, où l'on vérifie les Horloges, ont pû être déterminées par les observations Astronomiques: si les Longitu-

» des qu'on est obligé de prendre pour termes de comparaisons ; » ne sont pas exactes ; on court risque, ou d'attribuer à l'Hor- » loge plus de régularité qu'elle n'en a eu, ou de lui imputer » une erreur qui n'est pas à elle. Pour éviter cette incertitude & » assurer encore plus nos résultats, nous avons relâché, en re- » venant, dans les mêmes Ports où nous avions fait nos pre- » mieres observations, & nous y avons comparé le temps qu'y » marquoit chaque Horloge, à notre retour, à celui qu'elle » y marquoit quand nous en étions partis : nous avons eu égard » dans le calcul aux vérifications du mouvement de chaque Hor- » loge, que nous avions faites dans l'intervalle du départ au » retour dans un même Port.

Horloge N°. 8.

» De Sainte-Croix à Sainte-Croix, la somme des erreurs de » l'Horloge, N°. 8, réduite en partie de l'Equateur, étoit d'un » peu plus de *deux tiers de degré*, après 144 *jours.*

» De Cadix à Cadix, la somme des erreurs étoit d'un peu » moins de *deux tiers de degré*, après 214 *jours.*

» De l'Isle d'Aix à l'Isle d'Aix, la somme des erreurs étoit de » de *trois quarts de degré*, après 287 *jours.*

Horloge N°. 6.

» La somme des erreurs de l'Horloge, N°. 6, de Sainte- » Croix à Sainte-Croix, étoit de *deux tiers de degré*, après » 144 *jours.*

» De Cadix à Cadix, la somme des erreurs étoit d'un peu » plus d'*un degré un tiers*, après 214 *jours.*

» De l'Isle d'Aix à l'Isle d'Aix, la somme des erreurs étoit » de *un degré, deux tiers*, après 287 *jours.*

De la précision à laquelle les deux Horloges ont donné les Longitudes, à la fin des différentes périodes, en employant dans le calcul, des mouvemens *moyens* entre ceux qu'elles avoient eus au commencement & à la fin de la période.

» L'usage que nous nous proposions de faire des Horloges Ma- » rines, pour déterminer les Longitudes de plusieurs Ports où » nous avions abordé, & qui n'avoient pas encore été fixées par « des observations Astronomiques, nous engagea à examiner la » régularité des Horloges, & particuliérement du N°. 8, sous un » point de vue différent des trois premiers : nous avons cher- » ché à quelle précision ces Machines donneroient les différences » des Méridiens, entre deux Ports, dont les Longitudes étoient » connues, si nous calculions pour l'intervalle écoulé entre les vé- » rifications de l'Horloge, faites dans chacun des deux Ports, » d'après

» d'après un mouvement journalier *moyen* entre les deux que » l'Horloge avoit eus dans ces Ports. La précision avec laquelle » l'Horloge, N°. 8, dont le mouvement étoit le plus progressif, a » donné les différences de Méridiens par cette méthode, doit » inspirer la plus grande confiance pour les Longitudes de quel- » ques Ports que nous avons fixées, en calculant par le secours » de cette Horloge, qu'elle devoit être leur différence de » Méridiens par rapport à un autre Port dont la Longitude » avoit été bien déterminée par un grand nombre d'observations » Astronomiques. Pour juger de l'exactitude qu'on peut attendre » de cette méthode, voyons à quelle précision l'Horloge N°. 8, » a donné des différences de Méridiens qu'on connoissoit d'ail- » leurs.

» L'erreur sur la différence des Méridiens de Rochefort & de » l'Isle d'Aix, après 42 jours, étoit de 3 *minutes de degré:* sur » la différence des Méridiens de l'Isle d'Aix & de Cadix, après » 45 jours, *onze minutes*: sur la différence des Méridiens de Cadix » & de Sainte-Croix, après 26 jours, *trois minutes*: sur la diffé- » rence des Méridiens de Cadix & du Fort-Royal, après 68 » jours, 1 *minute*: sur la différence des Méridiens du Fort-Royal » & de Rochefort, après 155 jours, *huit minutes*: sur la différence » des Méridiens du Cap-François & du Fort-Royal, après 16 » jours, *un tiers de minute*: sur la différence des Méridiens du » Cap-François & de Cadix, après 87 jours, *deux minutes* » *deux tiers*: sur la différence des Méridiens du Cap-François & » de Rochefort, après 171 jours, *huit minutes*: sur la différence » des Méridiens du Cap-François & de Sainte-Croix, après » 69 jours, *treize minutes un tiers*: sur la différence des Méridiens » de Sainte-Croix & de Cadix, après 44 jours, *onze minutes*: sur » la différence des Méridiens de Cadix & l'Isle d'Aix, après 22 » jours, *une minute.*

» Les erreurs de l'Horloge N°. 6, n'ont pas été plus consi- » dérables; mais dans deux ou trois occasions, son exactitude » a été dûe à la compensation qui s'est faite de quelques peti- » tes erreurs qui se trouvoient en sens contraires.

» En employant de même des mouvemens moyens, pour les

» intervalles écoulés entre le départ d'un port & le retour » dans le même port, nous avons cherché si les Horloges » Marines nous ont donné la même différence de Méridiens » entre le Cap-François & Sainte Croix de Ténériffe, au re- » tour, qu'elles nous avoient donnée, en allant, entre Sainte- » Croix & le Cap; la même différence entre le Cap & Cadix, » qu'elles avoient donnée entre Cadix & le Cap; la même » entre le Cap & l'Isle d'Aix, que nous avions eue entre » l'Isle d'Aix & le Cap.

» Sous ce nouveau point de vue, l'erreur de l'Horloge N°. » 8, à Sainte-Croix, étoit après 144 jours; d'*un vingtieme* de » degré: celle du N°. *6*, n'étoit que d'*un soixantieme.* A Cadix, » après 214 *jours*, l'erreur du N°. 8, étoit d'*un douzieme* de » degré; celle du N°. *6*, d'*un tiers.* A l'Isle d'Aix, après 287 » *jours*, l'erreur du N°. 8, étoit d'*un huitieme* de degré; celle » du N°. *6*, d'*un quart.*

» Les compensations d'erreurs qui ont eu lieu dans ces » longs intervalles, sont infiniment petites pour l'Horloge » N°. 8, & n'influent pas sensiblement sur la justesse d'aucune » des déterminations: les compensations ont été un peu plus » considérables pour l'Horloge N°. *6*.

Ces Horloges ont été fort utiles pour corriger les Cartes Marines.

» L'exactitude merveilleuse avec laquelle les Horloges Mari- » nes de M. Berthoud, & particuliérement l'Horloge N°. 8, » ont donné les Longitudes sous ce dernier point de vue, an- » nonce assez à quel degré de précision nous avons pu dé- » terminer, avec son secours, les différences de Méridiens » entre des Ports dont la Longitude n'étoit pas connue, & » d'autres Ports dont la Longitude étoit déterminée. Nos dé- » terminations doivent être d'autant plus exactes, que l'inter- » valle entre les observations que nous faisions dans deux Ports, » n'a jamais été considérable. Ces Horloges nous ont été de la » plus grande utilité pour perfectionner la Géographie dans » toute la partie du Globe que nous avons parcourue, entre » le 14e & le 47e degré de Latitude septentrionale, entre le 2e & » le 76e degré de Longitude Occidentale du Méridien de Pa- » ris; & notamment pour fixer la position des Isles du Cap

» Verd, & des Açores dont les Longitudes n'étoient pas » connues, & qui étoient très-mal placées sur toutes les Cartes Marines. Pour donner une idée de la nécessité de ce » travail, il suffira de dire qu'on trouve une différence de » *soixante-dix lieues* Marines entre les deux positions que les » deux Cartes publiées au dépôt des Plans & Journaux de la » Marine, ont données au grouppe total des Açores; & ces » deux positions sont fort éloignées de la véritable: nous ne » parlons pas des erreurs particulieres sur les positions respectives » des différentes Isles qui composent le grouppe, & que nous » avons encore corrigées par le secours des Horloges Marines » de M. Berthoud, &c.

» A notre retour dans la Rade de l'Isle d'Aix, nous éprouvâmes si la commotion violente que produit sur les parties » du Navire le jeu de son artillerie, pouvoit altérer le mouvement des Horloges: pour cet effet, nous fîmes faire » consécutivement cinq décharges simultanées de tous les » canons de la Frégate: l'ébranlement fut très-violent: des » ferrures de l'armoire qui renfermoit les Horloges furent » arrachées par la violence des secousses. Les Horloges Marines avoient été comparées, immédiatement avant cette expérience, à une Horloge Astronomique qui étoit établie à » terre, & dont nous connoissions la marche, tant par rapport » au Soleil, que par rapport aux Horloges Marines; elles » furent comparés de nouveau après les cinq décharges; & » nous jugeâmes par l'accord des résultats des deux comparaisons, que la commotion violente que les Horloges Marines » durent éprouver, n'avoit produit aucune altération sensible » dans leur mouvement.

Épreuve de l'effet de l'Artillerie: la commotion n'a eu aucun effet sensible sur le mouvement des Horloges.

» *Nous soussigné, Officier des Vaisseaux du Roi, Commandant* » *en* 1768 *&* 1769, *la Frégate du Roi l'Isis, & chargé par Sa* » *Majesté de faire sur ce Bâtiment l'épreuve des Horloges Marines N°.* 8 *& N°.* 6 *de M. Ferdinand Berthoud, Horloger* » *Méchanicien du Roi & de la Marine, & Membre de la Société* » *Royale de Londres, conjointement avec M. Pingré, Astronome* » *Géographe de la Marine, & de l'Académie Royale des Sciences,*

» *déclarons & certifions que tous les Résultats concernant l'une & l'autre Horloge, contenus au présent Extrait, que nous avons fait à la requisition de M. Berthoud, & dont lui avons délivré une Copie, sont conformes en tous points aux Résultats qui sont consignés dans la Relation de notre Voyage, dont l'impression sera incessamment terminée à l'Imprimerie Royale. En foi de quoi nous avons signé le présent Extrait & la présente Déclaration. Fait à Paris ce treizieme jour du mois d'Octobre de l'année mil sept cent soixante treize.*

Paraphé à chaque page, & signé à l'original:

»D'EVEUX DE FLEURIEU.

Au retour de la campagne faite par M. de Fleurieu, je fis de nouvelles expériences en mon particulier avec les Horloges N°. 8 & N°. 6, qui avoient été éprouvées dans ce Voyage; & en comparant ces expériences avec les résultats de l'Epreuve, je reconnus les causes auxquelles je devois attribuer le retard progressif du N°. 8, & les variations du N°. 6: je m'occupai, autant que mon temps put me le permettre, à faire à ces deux Machines, les corrections que mes expériences m'avoient indiquées. J'en ai rendu compte dans mon Traité des Horloges Marines. (N°.716, 734, 744, 756, 900, 926 & suiv.)

Voyage fait aux Indes Orientales avec mon Horloge N°. 6.

En 1770, je livrai mon Horloge N°. 6, à M. l'Abbé de Rochon, Astronome de la Marine & de l'Académie des Sciences, pour en faire usage dans un Voyage qu'il alloit faire aux Indes Orientales: le résultat de ses opérations ne m'a pas encore été communiqué; mais voici ce qu'il me faisoit l'honneur de m'écrire au sujet de cette Horloge (de l'Isle de France le 27 Novembre 1771.)

» J'attendois, Monsieur, avec empressement le Vaisseau » *le Bruni*, espérant recevoir par ce Bâtiment les Tables des » variations de votre Horloge Marine, selon les divers degrés » du Thermometre. J'ai, pendant tout le Voyage de France » à l'Isle de France, observé journellement l'heure vraie: & » toutes mes Observations sont consignées dans un Registre coté » & paraphé; de sorte que ce travail est aussi en regle qu'il

» se puisse. Je vous en enverrai une Copie par les premiers » Vaisseaux qui partiront pour France. J'ai vu avec une vraie » satisfaction que la marche de cette Horloge est infiniment plus » réguliere que je ne pouvois l'imaginer; & quelque prévenu » que je fusse sur sa perfection, je puis certifier qu'elle est en- » core beaucoup au-dessus de l'idée que je m'en étois formée. » J'ai fait aussi un très grand nombre d'observations Astrono- » miques pour la détermination des Longitudes; j'ai même eu » presque tous les jours des observations de Longitude: de » ces diverses observations, il résultera, je me flatte, des » connoissances utiles au progrès de la Navigation. J'ai l'hon- » neur d'être, &c.

Signé, l'Abbé DE ROCHON.

Epreuve des Montres A & S *de M. L. R. sur la Frégate* la Flore, *commandée par M. de Verdun de la Crenne, Lieutenant des Vaisseaux du Roi, sur laquelle mon Horloge* N°. 8 *avoit été embarquée par ordre du Roi, en* 1771 & 1772.

M. L. R. avoit soumis trois Montres à l'Epreuve & au concours pour le prix que l'Académie des Sciences avoit proposée pour l'année 1773. En livrant mon Horloge N°. 8 qui devoit être embarquée sur la Flore, je déclarai que mon intention n'étoit point de concourir pour le Prix, & que je ne la donnois qu'en conséquence des ordres de Sa Majesté.

Des différentes Montres, Horloges ou Pendules Marines embarquées sur la *Flore*.

Indépendamment des Montres *A* & *S* de M. L. R. & de mon Horloge N°. 8, deux autres Artistes, les seuls concurrens de M. L. R. avoient soumis à l'examen, l'un une Montre, l'autre une Pendule Marine: mais dans le Rapport qui fut lu à la rentrée publique de l'Académie, le 21 Avril 1773, par M. Pingré l'un de MM. les Commissaires, il est dit seulement, en parlant de la Pendule, que les premiers roulis qu'on éprouva, détacherent l'écrou d'une vis imaginée par l'Auteur pour

servir de soutien à la Machine qui étoit fort pesante; qu'elle tomba & se brisa. Il est dit de la Montre, qu'elle étoit très-ingénieusement suspendue, mais que son isochronisme n'a pas pleinement satisfait, & que ses variations paroissoient avoir beaucoup de rapport avec celles de la température de l'air : c'est tout ce que nous savons de ces deux Machines.

Comme le Rapport qui fut lu dans l'assemblé publique de l'Académie a été imprimé dans le *Journal de Physique* (Juillet 1773); j'y renvoie le Lecteur pour les détails de la Navigation, & les diverses circonstances de l'Epreuve.

Des trois Montres que M. L. R. avoient soumises au concours, une n'avoit été donnée que comme un essai (est-il dit dans le Rapport): l'Auteur avoit déclaré par écrit, qu'il n'en attendoit pas le même succès que des deux autres. Il n'est pas fait une mention plus détaillée de cette Montre dans le Rapport qui fut lu à la séance publique & qui est imprimé; mais il en avoit été lu un autre beaucoup plus circonstancié dans une séance particuliere : je demandai qu'on m'en laissât prendre copie, parce que je me proposois de la faire imprimer à la suite de mon *Traité des Horloges Marines*, pour réunir dans un même Tableau tout ce qui concernoit les différentes Epreuves de mes Horloges; & je l'aurois fait, si je n'eusse craint de rendre trop considérable un Ouvrage qui, tel qu'il est, a déja paru trop volumineux à des personnes qui veulent que tout soit réduit en *Exposé succinct*, en *Précis*, &c. on lit ce qui suit dans le Rapport détaillé qui fut lu dans une séance particuliere de l'Académie. » M. L. R. avoit ajouté une » troisieme Montre, en nous avertissant par un écrit dont » copie fut insérée dans nos Registres, que cette Montre n'é- » toit qu'un essai duquel il étoit fort éloigné d'attendre le mê- » me succès que des deux autres. Les doutes de M. L. R. sur » la bonté de cette Montre étoient bien fondés. En effet, cette » Montre *retardoit* à Brest, par jour, sur le temps moyen de » $\frac{81}{100}$ de seconde: à Cadix, elle *avançoit* de 5 secondes $\frac{4}{100}$: » à Ténériffe, son avancement journalier fut de 10 secondes » $\frac{46}{100}$. Elle fut trouvée arrêtée le 13 Janvier (1772); remise

» en mouvement, elle s'arrêta de nouveau, les 20, 26 & 29 » du même mois. Nous la jugeâmes suffisamment éprouvée : » nous cessâmes de la remonter «.

Les deux autres Montres que M. L. R. avoit soumises à l'examen, étoient les mêmes Montres *A* & *S* qui avoient déja été éprouvées en 1767, sur l'*Aurore*, & sur l'*Enjouée* en 1768.

Mon Horloge N°. 8, étoit aussi une de celles qui avoient été éprouvées sur l'*Isis*, en 1768 & 1769.

M. L. R. nous a donné dans son *Précis* les Résultats concernant ses Montres *A* & *S*, tels qu'ils lui ont été communiqués par M. Pingré (page 49 du *Précis*) : M. le Chevalier de Borda, Lieutenant des Vaisseaux du Roi, des Académies Royale des Sciences & de la Marine, & l'un des Commissaires de l'Epreuve, m'avoit pareillement communiqué les Résultats concernant mon Horloge N°. 8, tels que je les ai fait imprimer dans mon *Traité des Horloges Marines* (page 518). Quand le Journal des Observations de MM. de Verdun, de Borda & Pingré aura été publié, on sera plus à portée de suivre dans tous les détails la marche de chaque Horloge en particulier, & d'apprécier leur régularité : nous sommes obligés, pour le présent, de nous borner à comparer les résultats qui nous ont été communiqués, & à mettre cette comparaison sous les yeux du Public.

Marche de la Montre A *de M. L. R. constatée par différentes vérifications.* (page 49 du Précis.)

Marche de la Montre *A* de M. L. R.

		Secondes.
A Brest, du 10 au 26 Octobre 1771	*retarde* en 24 heures	$2,\frac{14}{100}$.
A Cadix, du 21 Nov. au 1er Décembre	*retarde*	1,00.
A Ste. Croix, du 24 Déc. au 3 Janv. 1772	*avance*	0,44.
A Gorée du 16 au 25 Janvier	*avance*	1,44.
Au Fort-Royal, du 17 au 26 Janvier	*avance*	2,66.
Au Fort-Royal, du 12 au 16 Mars	*avance*	4,19.

Accident arrivé à la Montre *A* de M. L. R.

L'Epreuve de la Montre *A* fut terminée le 17 Mars par un accident qu'on ne pouvoit prévoir : on avoit été obligé de virer la Frégate en quille pour réparer le dommage qu'elle avoit reçu en touchant sur la Roche de Willingthon près l'Isle d'Antigue : les Montres & Horloges Marines furent tirées de l'armoire où elles avoient été établies ; on les suspendit dans la grand'chambre à un grelin qui portoit tout à la fois les Montres *A* & *S* de M. L. R. & mon Horloge Marine : deux caissons de la chambre se détacherent du bord, pendant que la Frégate étoit sur le côté, & heurterent dans leur course les caisses des Montres de M. L. R. Le coup (dit le Rapport imprimé) porta principalement sur la Montre *A* & en partie sur la Montre *S*. Un des Thermometres de compensation de la Montre *A* fut brisé par le choc ; la Montre en fut entiérement dérangée : nous verrons ce qui résulta pour la Montre *S* du coup qu'elle avoit reçu. Mon Horloge N°. 8, ne se rencontra pas sur la route des caissons.

Degré de précision auquel la Montre *A* avoit donné les Longitudes avant l'accident.

Il est dit, dans le Rapport imprimé (*a*), que d'après les mouvemens journaliers de la Montre *A*, *il est facile de conclure que cette Montre avoit donné les Longitudes dans une précision plus grande que celle d'un demi-degré en six semaines ou même en deux mois.*

Les limites qu'on s'étoit prescrites dans un Rapport qui devoit être lu dans une séance publique, n'ont pas permis, sans doute, d'entrer dans tous les détails qui concernoient la Montre *A* ; mais dans le Rapport circonstancié qui fut lu dans une séance particuliere de l'Académie, il étoit fait mention d'un fait qui mérite d'être mis sous les yeux du Public. Après avoir apprécié, comme on vient de le voir, la régularité de la Montre *A*, il étoit dit: » Dans les calculs précé-
» dens, nous avons eu égard à une irrégularité singuliere que
» nous avions remarquée dans la marche de la Montre *A*, le
» 12 Novembre 1771. Cette Montre retardoit alors de 2 ou
» 3 secondes, par jour, sur l'Horloge N°. 8, & d'une demi-

Écart subit d'environ 1 minute (de temps) en 24 heures, observé dans la Montre *A*.

(*a*) Journal de Physique, &c. Juillet 1773, *page 6.*

» seconde

» seconde à 1 seconde sur la Montre *S*. Mais, du 11 au 12, » nous trouvâmes qu'elle avoit retardé de 1 minute 2″¼ sur » le N°. 8, & de 1 minute 0″½ sur la Montre *S*, c'est-à-dire, » *une minute* précisément *de trop* qu'elle n'auroit dû le faire, » en suivant la marche des jours précédens, ainsi que des jours » suivans. Les vents avoient soufflé grand frais du 11 au 12; » & la mer avoit été très-grosse : nous supposâmes que *la roue* » *des minutes, qui est de 60 dents, n'étant pas assez parfaitement* » *travaillée, le Bâtiment avoit donné une secousse à la Montre,* » *précisément lorsqu'une dent de cette roue alloit échapper, &* » *avoit fait reculer cette dent en arriere*. Quoi qu'il en soit de » notre explication, nous avons cru pouvoir, sans trop favo- » riser l'Artiste, retrancher dans nos Résultats une minute de » l'heure que la Montre *A* marquoit à Brest ».

On me permettra sans doute de faire quelques remarques sur l'explication qu'on donne ici : *anchè io son' pittore*. Si cette explication pouvoit être admise; il n'y auroit plus aucune sûreté, ni dans les Horloges Astronomiques, ni dans les Pendules ordinaires, ni dans les Montres de poche, ni dans aucunes Machines propres à mesurer le Temps, dans lesquelles on emploie les roues dentées : mais on doit être rassuré; il est physiquement impossible que, par quelque secousse que ce soit, une roue, pressée par la force motrice, puisse jamais rétrograder, dans quelque moment que la secousse ait lieu; puisqu'il faudroit supposer que la secousse est capable de vaincre l'action immédiate de la force motrice, de la faire elle-même rétrograder, auquel cas encore l'Echappement s'opposeroit à la rétrogradation de la roue : si d'ailleurs une Machine destinée à mesurer le Temps pouvoit être sujette à de pareils accidents, il faudroit bien se garder d'en faire usage, sur-tout pour la Navigation. Je n'insiste pas sur cette vérité; mais il me paroît qu'on a traité bien légérement un accident qui méritoit sans doute plus d'attention. Si l'on n'avoit eu qu'une Montre à laquelle on pût comparer la Montre *A*, on auroit bien reconnu qu'il y avoit eu en 24 heures un écart brusque d'une minute dans le mouvement réciproque des deux Mon-

tres ; mais auroit-on été autorisé à l'attribuer à l'une plutôt qu'à l'autre ? Est-on bien assuré d'ailleurs qu'il y ait eu précisément *une minute* de différence ? Il faudroit supposer, pour cela, que la Montre *S* & l'Horloge N°. 8, ont eu un mouvement parfaitement uniforme, & qu'on peut les regarder comme des termes fixes de comparaison : car une demi-seconde seulement de plus ou de moins devoit faire rejetter l'explication qu'on vouloit donner, quand même l'impossibilité physique de la *rétrogradation* ne seroit pas démontrée. Tout ce qu'on peut conclure de l'observation qu'on a faite, c'est que la Montre *A* a eu, dans 24 heures, un *écart subit en retard d'environ* 1 *minute*; & il paroîtra sans doute à tout le monde, que c'est trop favoriser l'Artiste dans les calculs, que de regarder comme non-avenue cette *minute* d'écart, qui équivaut cependant à *un quart de degré* d'erreur sur la Longitude.

Marche de la Montre S de M. L. R. pendant la durée de l'Épreuve.

Marche de la Montre S *de M. L. R. constatée à différentes époques de l'Epreuve.* (Page 49 du *Précis.*)

	Secondes.
A Brest, du 10 au 26 Octobre 1771. *Accélération par jour*	1, $\frac{48}{100}$.
A Cadix, du 21 Novembre au premier Décembre	1,38.
A Sainte-Croix, du 24 Décembre au 3 Janvier 1772	2,63.
A Gorée, du 16 au 25 Janvier	1,67.
Au Fort-Royal, du 17 au 26 Février	0,66.
Au Fort-Royal, du 12 au 16 Mars	1,12.
Au Fort-Royal, du 28 Mars au 7 Avril	1,09.
Au Cap François, du 18 au 30 Avril	2,24.
A Saint-Pierre (de Miquelon), du 30 Mai au 4 Juin	9,00.
A Patrixfiord, du 10 au 18 Juillet	8,22.
A Copenhague, du 20 Août au 4 Septembre	7,01.
A Brest, du 10 au 17 Octobre	8,07.

Marche de mon Horloge N°. 8; constatée à différentes époques de l'Epreuve. (Traité des Horloges Marines, *page* 518).

Marche de mon Horloge N°. 8, pendant la durée de l'Épreuve.

	Secondes.
A Breſt, du 10 au 26 Octobre 1771, accélere par jour.....	1,$\frac{19}{100}$.
A Cadix, du 21 Novembre au 1er Décembre..... accélere	0,50.
A Ste. Croix; du 24 Décembre au 3 Janvier 1772.. accélere.....	0,19.
A Gorée, du 16 au 25 Janvier................ accélere.....	1,46.
Au Fort-Royal, du 17 au 26 Février........... accélere.....	1,11.
Au Fort-Royal, du 28 Mars au 7 Août......... accélere.....	0,50.
Au Cap François, du 18 au 30 Avril........... retarde......	0,63.
A S. Pierre (de Miquelon), du 30 Mai au 4 Juin.. retarde......	3,00.
A Patrixfiord, du 10 au 18 Juillet............. retarde......	4,72.
A Copenhague, du 20 Août au 4 Septembre..... accélere.....	0,51.
A Breſt, du 10 au 17 Octobre................ accélere.....	0,04.

Telle eſt la marche de la Montre *S* de M. L. R. : telle eſt celle de mon Horloge N°. 8, dans les différentes vérifications qui ont été faites de ces deux Machines.

M. L. R. n'a pas donné les réſultats des déterminations de Longitude obtenues par ſa Montre S.

Mais, comme on le ſait, il ne ſuffit pas d'avoir conſidéré les Horloges Marines ſous ce point de vue, pour être en état d'apprécier leur régularité, puiſque le mouvement journalier d'une Horloge peut ſe trouver le même après un certain temps, quoique, dans l'intervalle de deux vérifications, elle ait eu des écarts accidentels capables de produire une erreur plus ou moins grande ſur la Longitude, à la fin d'une période, ſelon que ces écarts on été dans le même ſens ou en ſens contraires les uns des autres : il eſt donc néceſſaire de comparer les Longitudes que les Horloges ont aſſignées, à différentes époques, dans les Ports où l'on a fait les vérifications, aux Longitudes de ces mêmes Ports quand elles ont été déterminées d'ailleurs par des obſervations Aſtronomiques. M. L. R. ne nous a pas fourni le moyen d'apprécier ſa Montre ſous ce

point de vue : je vais donner les résultats des observations qui ont été faites avec mon Horloge N°. 8, tels qu'ils m'ont été communiqués par M. le Chevalier de Borda, & qu'on les trouve dans mon *Traité des Horloges Marines* (page 519).

De la précision à laquelle mon Horloge N°. 8 a donné les Longitudes dans le cours de l'Epreuve.

Lieux où ont été faites les vérifications.	*Longitudes que l'on croit vraies.*		*Longitudes selon l'Horl. n°. 8.*	*Différence.*
Cadix	$8^d\ 36'\ 00''$ (*a*)	Occid.	$8^d\ 34'\ 36''$	$0^d\ 01'\ 24''$
Ste. Croix de Ténériffe	18.35.00	Occid.	18.29.09	0.05.51.
Gorée	19.46.00	Occid.	19.46.56	0.00.56.
La Praya	25.53.00	Occid.	25.52.18	0.00.42.
Fort-Royal	63.33.00	Occid.	63.26.16	0.06.44.
Fort-Royal (*iterùm*)	63.33.00	Occid.	63.31.16	0.01.44.
Cap-François	74.39.00	Occid.	74.37.37	0.01.23.
S. Pierre (Miquelon)			58.29.30	
Patrix-Fiord	26.15.00	Occid.	26.07.03	0.07.57.
Copenhague	10.15.00	Orient.	9.51.34	0.23.26.
Dunkerque	0.02.30	Orient.	0.09.53	0.07.23.
Breft	6.50.45	Occid.	6.44.22	0.06.23.

On voit par cette Table que, dans deux occafions, mon Horloge N°. 8 a donné la Longitude à une précifion au-deffus de *un foixantieme de degré*, c'eft-à-dire, *d'un tiers de lieue* même fous l'Equateur (*) : dans deux autres occafions, fon erreur n'a pas été de *un trentieme de degré* ou *deux tiers de lieue* : cinq fois, la précifion a été entre *un neuvieme*, *un huitieme* ou *un feptieme de degré*; c'eft-à-dire, entre *deux & trois lieues* :

(*a*) Dans la Table de M. le Chevalier de Borda, la Longitude vraie de Cadix eft de 8 degr. 38', telle qu'elle a été déterminée par M. Pingré, d'après les Éclipfes de Soleil du 31 Mai 1764, & du 3 Juin 1769; mais d'après les mêmes obfervations, M. du Séjour la fixe à 8 d. 34'. Nous avons pris un milieu entre ces deux déterminations, & nous marquons la Longitude de Cadix, de 8 d. 36'. Celle de M. du Séjour feroit plus favorable à l'Horloge N°. 8.

(*) L'erreur, comme on le fait, feroit encore moindre fur les autres paralleles, & plus petite à proportion qu'on s'approche de l'un ou de l'autre pôle.

une ſeule fois, l'erreur a été d'un peu plus d'*un tiers de degré* ou de *huit lieues*. En examinant les rapports qu'il y a entre les petites variations du mouvement journalier, & les erreurs ſur les Longitudes, on peut s'aſſurer que la préciſion avec laquelle mon Horloge N°. 8, a donné les Longitudes n'eſt pas dûe à des compenſations d'erreurs.

Examen des mouvemens journaliers de mon Horloge N°. 8.

On a vu, par la Table des mouvemens journaliers de mon Horloge, vérifiés à différentes époques, que, depuis le 10 Octobre 1771 juſqu'au 28 Mars 1772, c'eſt-à-dire, pendant près de ſix mois, l'accélération journaliere du mouvement de l'Horloge ſur le moyen mouvement du Soleil, n'a pas varié *d'une ſeconde*, dans l'intervalle de deux vérifications, excepté à Gorée, où elle avoit avancé d'une ſeconde $\frac{1}{4}$ par rapport au mouvement qu'elle avoit à ſainte Croix: on ſait qu'une Horloge Marine qui auroit un écart de 2 ſecondes $\frac{5}{7}$ par jour, donneroit encore la Longitude à la préciſion du demi-degré après ſix ſemaines. » Cette Horloge cependant (eſt-il dit dans le » Rapport imprimé (*a*)) avoit ſubi comme les autres Montres » Marines (ſoumiſes à l'examen) l'Epreuve de la Roche » de Willingthon (ſur laquelle la Frégate avoit touché) & » celle du redreſſement de la Frégate les *6* & *26* Mars. Depuis » le *6* Mars, elle parut retarder progreſſivement: en Iſlande, » ſon retard journalier fut obſervé de 4 ſecondes $\frac{72}{100}$: un mois » & demi après, à Copenhague, elle ne retardoit plus; elle » avançoit au contraire de $\frac{5}{7}$ de ſeconde. Telle a été ſa plus » forte irrégularité; & dans ce temps même, elle nous donnoit » nos Longitudes mieux que dans la préciſion d'un demi-de- » gré après ſix ſemaines ».

Examen des mouvemens journaliers de la Montre S de M. L. R.

La Montre *S* de M. L. R. n'a pas été moins réguliere que mon Horloge N°. 8, juſqu'au mois de Mai, à n'en juger que par ſes mouvemens journaliers, qui ſont les ſeules *données* d'après leſquelles on puiſſe apprécier ſa régularité : la plus grande inégalité de ſon mouvement, d'une vérification à la ſuivante, n'a été que de 1 ſeconde $\frac{1}{4}$. Voici ce qui a été dit.

(*a*) *Journal de Phyſique*, Juillet 1773, *page* 10.

au ſujet de cette Montre dans le Rapport imprimé (*a*).

» La Montre *S* nous avoit encore plus ſatisfait que la Mon-
» tre *A*, juſques à l'accident du 17 Mars (la chûte des caiſ-
» ſons). *Les irrégularités obſervées pendant les dix ou douze jours*
» *ſuivans prouvent que la ſecouſſe avoit occaſionné quelque chan-*
» *gement dans le Régulateur : la Montre parut reprendre enſuite*
» *ſon ancienne marche & la conſerver ſenſiblement juſqu'à la fin*
» *d'Avril.* Dans cet intervalle de plus de ſix mois, nous
» avions déterminé nos Longitudes par les mouvemens de la
» Montre *S*, mieux que dans la préciſion d'un tiers de degré en
» deux mois, ou d'un quart de degré en ſix ſemaines. L'iſo-
» chroniſme de cette Montre a été au moins auſſi parfait du-
» rant les quatre mois & demi qui ſe ſont écoulés depuis la
» fin de Mai juſques vers le milieu d'Octobre. Mais *pourquoi*
» *ſon accélération journaliere a-t-elle été preſque ſubitement*, vers
» le milieu de Mai, de *deux ſecondes* $\frac{1}{4}$ *à neuf ſecondes*? Nous
» avons cru d'abord que cette prompte variation avoit pu
» être occaſionnée par notre paſſage preſque ſubit d'une tem-
» pérature d'air chaude & ſeche à une température froide &
» humide : la progreſſion de l'accélération de la Montre *S*
» nous avoit paru avoir un rapport aſſez ſenſible avec celle de
» la deſcente de la liqueur dans les Thermometres. M. L. R.,
» d'après la connoiſſance qu'il a du méchaniſme de ſa Montre,
» penſe que la ſecouſſe du 17 Mars a pu occaſionner divers
» dérangemens dans le Régulateur : les uns auront tendu à
» accélérer, les autres à retarder le mouvement de la Machi-
» ne : ces diverſes cauſes ſe ſont contre-balancées dans le mois
» d'Avril : en Mai, les cauſes du retard auront été anéanties :
» celles de l'accélération auront ſubſiſté juſqu'à Breſt : tout
» cela ſans doute eſt poſſible «.

L'accélération journaliere de la Montre *S*, ſe porte ſubitement de 2 ſec. $\frac{1}{4}$ à 9 ſecondes.

Sans doute, & avec de ſemblables ſuppoſitions, il n'eſt rien qu'on ne puiſſe expliquer ; mais je me permettrai de faire quelques obſervations au ſujet de cette accélération bruſque de la Montre *S* que M. L. R. veut qu'on attribue aux ſuites de l'accident du 17 Mars.

L'augmentation bruſque de l'accélération journaliere de la Montre *S*, ne peut être attribuée aux ſuites de l'accident du 17 Mars.

(*a*) *Journal de Phyſique*, Juillet 1773, *page* 10.

Je ne disconviendrai pas que la secousse qu'a reçue la Montre, le 17 Mars, n'ait pu produire quelque dérangement dans la Machine, tel que le déplacement ou le mélange des liqueurs dont sont composés les Thermometres de compensation, appliqués au Régulateur : nous voyons en effet, par le rapport qui vient d'être cité, que, pendant les onze premiers jours qui ont suivi l'accident, on a observé des *irrégularités* dans le mouvement de la Montre ; mais ces irrégularités ont bientôt cessé, car on voit dans la Table des mouvemens journaliers de la Montre, (ci-devant page 138), que le 16 Mars, *veille de l'accident*, son accélération journaliere étoit de 1 seconde $\frac{12}{100}$; & que *onze jours après l'accident*, le 28 Mars, cette accélération étoit de 1 sec. $\frac{9}{100}$; c'est-à-dire, qu'elle étoit même moindre qu'avant l'accident, de $\frac{3}{100}$ de seconde : il est donc évident que, dès le 28 Mars, les liqueurs des Thermometres s'étoient remises à leur place, puisque la Montre avoit déja repris le mouvement qu'elle avoit eu avant l'accident. Il y a plus : ce mouvement se soutient encore pendant plus d'un mois : car le 30 Avril, au Cap-François, l'accélération journaliere n'étoit encore que de 2 secondes $\frac{24}{100}$; c'est-à-dire, qu'elle ne différoit que de 1 sec. $\frac{12}{100}$ de celle qu'on avoit constatée avant l'accident : cette différence n'est pas plus grande que celle qu'on avoit observée dans les premiers mois de l'Epreuve, pendant lesquels cependant le mouvement de la Montre avoit été regardé comme régulier. On voit donc que l'effet de la secousse du 17 Mars ne s'est pas étendu au-delà des onze jours qui ont précédé le 28 ; & qu'à cette derniere époque, la Montre avoit déja repris son ancien mouvement, qu'elle a conservé sans interruption pendant un mois entier : on doit même observer que la Montre a dû éprouver dans les jours qui ont suivi l'accident, jusqu'au 30 Avril, une chaleur égale à celle qu'elle éprouvoit avant l'accident, puisque, dans tous ces intervalles, on n'a pas quitté les mers des Tropiques : ainsi on ne peut pas supposer que, du 28 Mars au 30 Avril, l'effet d'une différence dans la température de l'air, sur le mouvement de la Montre, ait pu compenser un autre effet quelconque dépendant de la secousse que la Montre avoit

reçue le 17 Mars. Remarquons encore que ce n'eſt que le 30 Mai, à Saint Pierre de Miquelon, qu'on a conſtaté que l'accélération journaliere de la Montre s'étoit portée *ſubitement à neuf ſecondes*; c'eſt-à-dire que ce n'eſt que ſoixante-trois jours après le 28 Mars, époque où la Montre avoit déja repris le mouvement qu'elle avoit eu avant l'accident, & dont un mois après le 30 Avril, elle ne s'étoit encore éloignée que de 1 ſec. $\frac{11}{100}$ en accélération. L'axiome que M. L. R. met avant dans ſon *Précis* (page 51) eſt très-vrai: *ſublatâ cauſâ tollitur effectus*; mais on peut établir avec la même vérité, qu'ici la ceſſation certaine de l'effet pendant plus de deux mois, prouve que la cauſe elle-même avoit été détruite, peu de jours après l'accident. Qu'on me permette de le dire: il n'en eſt pas d'une Montre Marine comme du corps humain: dans celui ci, une maladie peut couver long-temps, & ne ſe manifeſter que deux mois après que le principe du mal a commencé d'exiſter, l'effet peut être lent; mais, dans une Machine, telle qu'une Montre, dont toutes les parties tendent à une fonction unique, ſi quelque partie du ſyſtême éprouve la moindre altération, le dérangement influe néceſſairement ſur le dernier réſultat de toutes les opérations de la Machine: ſur le champ l'effet ſe manifeſte. Nous le voyons ici: les irrégularités obſervées pendant les onze premiers jours qui ont ſuivi l'accident du 17 Mars, ont été l'effet de la ſecouſſe, qui ſans doute a fait mêler les liqueurs des Thermometres; mais ces liqueurs s'étant bientôt remiſes à leur place, ſoit par leur tendance propre à ſe remettre en équilibre, ſoit par le mouvement centrifuge que doit leur imprimer la continuité des vibrations du Balancier, auquel les Thermometres ſont appliqués, l'effet a ceſſé dès que la cauſe a été détruite, dès que tout a été remis dans l'ordre; & l'on voit qu'onze jours après l'accident, la Montre avoit déja repris ſon premier mouvement, qui s'eſt conſervé pendant un très-long-temps, ſans altération ſenſible, quoique la température de l'air ait été la même, & qu'en conſéquence on ne puiſſe ſuppoſer aucune compenſation, produite par les différences de cette température. M. L. R. n'eſt donc nullement fondé à vouloir qu'on attribue
à

à l'accident du 17 Mars, *l'augmentation subite, de deux secondes* $\frac{1}{4}$, *à neuf secondes*, qu'on a observée, le 30 Mai, dans l'accélération journaliere de la Montre *S* sur le moyen mouvement.

Mais ces écarts subits sont-ils une chose si nouvelle, & qui puisse tant étonner dans les Montres Marines de M. L. R.? Nous avons vu dans l'Epreuve sur l'*Enjouée*, en 1768, que cette même Montre *S*, pendant toute la traversée du Havre à Saint Pierre; c'est-à-dire, pendant six semaines entieres, avoit eu en 24 heures des écarts en *accélération*, plus considérables que celui qu'on a observé dans cette derniere Epreuve (*a*) : nous avons vu, dans l'Epreuve sur l'*Aurore*, en 1767, que la Montre *A*, qu'on dit être *parfaitement semblable* à la Montre *S*, avoit eu des écarts en *accélération* de 17 secondes $\frac{1}{2}$, de 23 secondes, de 54 secondes $\frac{1}{2}$, occasionnées par quelques roulis, auxquels le Bâtiment avoit été exposé (*b*) : nous avons vu qu'à Cadix, cette Montre *A*, *même étant à terre*, avoit eu un écart subit en *accélération* de plus de 10 secondes en 24 heures (*c*) : dans toutes ces circonstances les Montres de M. L. R. n'avoient éprouvé aucun accident auquel on pût attribuer leurs écarts, aucune chûte, de caissons, aucunes secousses autres que celles auxquelles les Montres Marines sont sans cesse exposées sur un Vaisseau, & qui ne doivent pas troubler sensiblemenr leur régularité, puisque ce sont des Montres *Marines*.

Je ne crains pas d'être démenti par les faits, & j'ose dire que, dans aucune Epreuve, mes Horloges Marines n'ont eu des écarts subits dans leur mouvement journalier : si ce mouvement a varié, ses variations ont toujours été progressives, & les erreurs qui en résultoient ne pouvoient être dangereuses, puisque, dans ce cas, elles n'étoient jamais que la somme des petites différences journalieres du mouvement réel de l'Horloge, par rapport au mouvement qu'on avoit établi en partant, & d'après lequel on a fait à la mer les calculs qui servoient à conclure l'heure du Port du départ : mais si, dans toutes les Epreuves

(*a*) Voyez ci-devant, *page* 106, &c.
(*b*) Ci-devant, *pages* 92, 93 & 97.
(*c*) Ci-devant, *page* 113.

qu'on a faites d'une Montre, on a reconnu des écarts ſubits dans ſon mouvement, & à la mer, & même à terre; ſe déciderat-on à confier aveuglément à cette Montre la conduite des Vaiſſeaux & le ſort des Navigateurs?

Dans l'épreuve qu'on a faite de l'effet de l'artillerie, le fil de clavecin qui ſuſpendoit le Balancier de la Montre S de M. L. R. a été caſſé.

La commotion n'a produit aucun dérangement dans mon Horloge N°. 8.

On termina l'Epreuve de 1772, à Breſt, par cinq décharges ſimultanées de toute l'artillerie de la Frégate : c'étoit la ſeconde fois que mon Horloge, N°. 8, ſubiſſoit cette Epreuve (*a*); & dans l'une ni dans l'autre occaſion, les commotions violentes qu'on lui a fait éprouver n'ont paru affecter la régularité de ſon mouvement (*b*). Le mouvement de la Montre *S* de M. L. R. qui étoit placé auprès de mon Horloge, fut retardé & bientôt arrêté. On a reconnu dans la ſuite que *le fil de clavecin* qui ſuſpend le Régulateur, *avoit été caſſé* par la violence des commotions (*b*).

CONCLUSION.

LA Concluſion que M. L. R. a donnée à la fin de ſon *Précis* (page 37) mérite d'être remiſe en entier ſous les yeux du Lecteur, & ne peut être mieux placée qu'à la fin de ces *Eclairciſſemens*, & à la ſuite des différentes Epreuves, qui ont été faites en France, pour apprécier la régularité des diverſes Machines, propoſées à déterminer les Longitudes en mer par la Meſure artificielle du Temps.

» *Par toutes ces raiſons* (dit M. L. R.) *ayant démontré, en* 1767, » *dans l'*Expoſé ſuccinct, *que ma Montre étoit préférable à celle de* » *M.* Harriſon; *l'Académie ayant d'ailleurs déclaré par ſon dernier* » *Programme, qu'elle l'emportoit ſur celles qui avoient concouru, je me* » *crois fondé à conclure, comme je l'ai avancé, que* la conſtruction » des Montres Marines que j'ai préſentées au Roi & à l'Académie, en 1766, eſt la meilleure qui ait encore paru; *& j'oſe* » *aſſurer que toutes celles dont on fera uſage dans l'avenir, ſeront* » *faites à très-peu près ſur ce modele.* »

(*a*) Ci-devant, *page* 131, l'Épreuve avoit été faite avec le même ſuccès ſur mon Horloge N°. 6.

(*b*) Voyez le Rapport imprimé dans le Journal de Phyſique, Juillet 1773, *pag.* 9.

M. L. R. continue :

» *J'ai de même prouvé, comme je m'y étois engagé*, 1°. *Que je* » *me suis occupé à la détermination des Longitudes en mer par les* » *Montres, avant* l'Auteur du Traité des Horloges Marines, » *& que j'y ai réussi le premier en France.* 2°. *Que les découvertes* » *fondamentales qui constituent ces Montres, sont le fruit de mes* » *veilles.* »

On pourroit, en général, établir pour une vérité, l'inverse de cette Conclusion ; mais il convient de l'examiner en détail, & de rappeller les preuves contraires que j'ai données dans ces *Eclaircissemens.*

1°. Il est vrai qu'en 1767, M. L. R. fit tous ses efforts pour flétrir la couronne de M. *Harrison* : il parla comme il lui plut d'une Montre qu'il connoissoit mal ; il parla comme il voulut de sa propre Montre : il a été convaincu qu'il avoit eu raison, parce que personne ne l'a contredit. Mais il ne paroît pas que l'*Exposé succinct* ait fait plus de tort à M. Harrison, qu'il n'a fait d'honneur à M. L. R. : il n'a pas persuadé les gens instruits en faveur de l'Artiste François ; il n'a pas nui à l'Artiste Anglois dans l'esprit de sa Nation éclairée : le Gouvernement d'Angleterre a accordé à M. Harrison la *récompense entiere*, méritée par ses travaux & dûe à ses succès ; on a fait exécuter, sous sa direction, des Montres semblables à la sienne, qui sont actuellement en Epreuve dans des Voyages à l'Amérique & aux grandes Indes.

2°. Il est encore vrai que l'Académie, en couronnant en 1773 M. L. R. a décidé, par son jugement, que la Montre de M. L. R. l'emportoit *sur celles qui ont concouru* (*a*) : mais l'Académie n'a pas déclaré qu'elle l'emportât sur mon Horloge, N°. 8, qui étoit embarquée sur le même Bâtiment, *mais qui ne concouroit pas* (*b*). J'ose dire même que les éloges que cette illustre

(*a*) On a vu ci-devant, *page* 133, qu'une de ces Machines a été fracassée après quelques jours d'Épreuve; on a vu aussi que l'Isochronisme d'une autre Montre n'a pas satisfait, & qu'on n'a pas cru devoir rendre un compte particulier de sa marche. Ces deux Montres étoient *les seules qui concourussent* avec celles de M. L. R. ; & l'on peut dire que les trois Montres de M. L. R. n'ont concouru qu'entr'elles.

(*b*) Ci-devant, *page* 133. Voyez aussi page 13.

Compagnie a bien voulu accorder à la régularité de mon Horloge, sont d'autant plus flatteurs pour moi, que rien ne l'avoit obligée d'en faire mention (*a*).

Que devient donc la conclusion modeste de M. L. R.: donc *ma Montre est la meilleure qui ait encore paru ?*

Ce n'est que d'après les Epreuves qui ont été faites en mer, qu'on peut apprécier le mérite réel des différentes Machines. J'ai réuni sous un seul point de vue les résultats de ces diverses Epreuves; je ne me suis permis de porter aucun jugement: c'est au Public à comparer les succès & à prononcer.

3°. M. L. R. n'a-t-il point fait une prédiction un peu hasardée en annonçant que *toutes les Montres Marines dont on fera usage dans l'avenir, seront faites à très-peu près sur le modele de la sienne ?* J'ose dire cependant que toutes les Horloges Marines, dont le Gouvernement de *France* & celui d'*Espagne*, ont bien voulu me confier l'exécution, ne seront point faites sur le modele de la Montre de M. L. R.

4°. Quant aux prétentions de M. L. R. sur l'*invention* des parties constitutives d'une Machine propre à mesurer le temps en mer, je crois avoir prouvé assez clairement, par les dates de nos productions, qu'il n'étoit pas possible que je copiasse M.L.R. & que je ne l'ai pas copié: j'ai prouvé aussi clairement qu'il avoit pu me copier, & qu'il m'a copié. J'ai prouvé d'ailleurs par des dates bien constatées, par des faits notoires, que ma premiere Horloge Marine étoit exécutée *trois ans* avant qu'il présentât sa premiere Montre; j'ai prouvé de même que les principes, la disposition des parties, les dimensions, les dessins, &c. de ma premiere Horloge, dont les dernieres ne different pas, étoient publics & sous les yeux de M. L. R., *onze mois* avant qu'il présentât sa Montre pour la premiere fois; j'ai prouvé enfin que j'avois sur lui la priorité de *Projet*, la priorité *d'exécution*, la priorité d'*Epreuve*. Je n'aurois jamais cherché à établir mes droits, à les fixer une fois pour toutes, si on ne les eut attaqués: l'ancienneté est un stérile avantage qui ne paroît

(*a*) Voyez ci-devant, *page* 13, le Programme de l'Académie.

acquérir quelque prix que lorsqu'il est disputé : la gloire est à celui qui est parvenu à faire *le mieux*, & non à celui qui n'a que le mérite d'avoir fait *le plutôt*.

Au reste, je n'aspire point à dissuader M. L. R. il a la conviction intime que sa Montre Marine est la meilleure qui ait encore paru, qu'elle est la meilleure possible : cette idée lui plaît ; il y paroît fort attaché ; je ne chercherai point à la lui ôter : mais je me flatte, & j'ai lieu de croire qu'à cet égard tout le monde n'a pas pensé, ne pense pas, & ne pensera pas comme M. L. R.

Nota Bene. En 1768, M. l'Abbé *Chappe*, de l'Académie Royale des Sciences, me demanda ma Montre Marine N°. *3*, qu'il avoit éprouvée en 1764, & en a fait usage dans son Voyage en Californie : en 1770, M. l'Abbé *de Rochon*, Astronome de la Marine, des Académies Royale des Sciences & de la Marine, me demanda mon Horloge Marine, N°. *6*, & l'a employée dans son Voyage aux Indes Orientales. En 1771, M. le Marquis *de Chabert*, Capitaine des Vaisseaux du Roi, & des mêmes Académies, me demanda ma Montre Marine N°. *3*, & s'en est servi dans son Voyage à l'Archipel de la Méditerannée : en 1773, MM. *Mersais* & *d'Agelet*, Astronomes, ont emporté mes Horloges Marines N°. 8 & N°. 11, pour l'expédition de M. de *Kerguelen*, aux Terres Australes. Quelque Navigateur, quelque Astronome, quelque Savant, a-t-il demandé une Montre Marine de M. L. R. ?

FIN.

PIÉCES JUSTIFICATIVES,

Servant à prouver la conformité de principes & de dispositions des parties constitutives, entre mes Horloges Marines actuelles, décrites dans mon Traité des Horloges Marines, *& mon Horloge N°. 1, exécutée avant 1761, & les autres Horloges dont la description a été publiée au commencement de 1763, dans mon* Essai sur l'Horlogerie.

Je ne transcrirai pas ici tous les Articles de mon *Essai sur l'Horlogerie* qui pourroient servir de Pièces Justificatives à ces *Eclaircissemens*; il faudroit extraire de l'*Essai* tout ce qui appartient à la Théorie générale des Machines servant à la Mesure du Temps. Je me contente de renvoyer le Lecteur au Chapitre XVIII, seconde Partie, qui traite de la Dilatation & de la Contraction des Métaux par le chaud & par le froid, N°. 1662 jusqu'à 1670; & le Chapitre XIX, où je donne la description du Pyrometre qui m'a servi à faire les Expériences sur les effets de la chaleur & du froid sur les métaux, &c. N°. 1671 jusqu'à 1685; & le Chapitre XX. qui contient le Précis des Expériences sur la Dilatation des différens Corps par la chaleur N°. 1686 jusqu'à 1704.

Extrait de la Table des Matieres de l'Essai sur l'Horlogerie, qui comprend la partie de cet Ouvrage qui a un rapport plus direct aux Horloges Marines, &c.

Article *Horloge Marine.* Recherches pour parvenir à sa construction, II. n. 2080, *& suiv.* Analyse des propriétés du Pendule, 1°, la pesanteur de la lentille, n. 2082. Le peu de frottement du point de suspension, n. 2083. Causes de l'isochronisme des vibrations du pendule & de la justesse de l'horloge astronomique; 1°, l'action constante de la pesanteur, n. 2085. 2°, Le peu de force du moteur qui en entretient le mouvement, n. 2086, 2090. 3°, La force motrice est un poids dont l'action est constante, n. 2087. 4°, Un pendule composé pour compenser les effets du chaud & du froid, 2088. Le frottement de la suspension est constamment le même n. 2089.

Comment on peut substituer aux horloges de mer les propriétés d'une horloge astronomique, n. 2092. par un balancier pesant, n. 2094. fort grand, n. 2095. Substituant à l'effet de la pesanteur un ressort spiral, n. 2096. En formant le régulateur de deux balanciers n. 2097. En suspendant l'horloge dans le vaisseau, de sorte qu'elle reste toujours sensiblement horizontale, n. 2098. Les balanciers se mouvant horizontalement, n. 2099. Suspendus par des ressorts, n. 2100. Faisant rouler les pivots de balanciers dans des trous faits à des agathes orientales, n. 2104. En adaptant une machine qui compense les effets du chaud & du froid sur l'horloge, n. 2121.

Détails de la suspension pour maintenir l'horloge horizontale, n. 2101. Un ressort à tire-bourre pour adoucir les cahotages du vaisseau, n. 2102. Eviter les mouvements de trépidation du vaisseau, n. 2103. Des-

cription de la suspension de l'horloge marine, n. 2126. Description de l'horloge, n. 2131. Détail de main-d'œuvre, des ressorts spiraux des balanciers, n. 2165. Des agathes dans lesquelles roulent les pivots de balancier, n. 2169. De l'échappement, n. 2174. Des verges de compensation. Expériences, n. 2182. Défauts de ces verges, n. 2190. Comment j'y ai remédié, n. 2192. Dimensions de ces verges, n. 2201. Expériences qui prouvent que la compensation du chaud & du froid se fait parfaitement, n. 2204. Ecart que fait l'horloge quand on suspend l'effet des verges de compensation, d'où l'on voit combien elles sont essentielles à la perfection de la machine, n. 2208.

Horloge Marine plus simple, n. 2210. Le moteur est un poids, n. 2217. Détail des autres parties de l'horloge, n. 2218. Description de cette horloge, n. 2227. Description du poids, n. 2235.

Horloge Marine d'une autre combinaison, n. 2242.

Pièces Justificatives.

1. Nous avons vu, Chapitre X, art. 1533 & suivants, que sans la résistance de l'air & le frottement de la suspension, un pendule une fois mis en mouvement le conserveroit perpétuellement ; & comme toutes ses oscillations seroient de même étendue, elles seroient isochrones : ainsi un pendule est le régulateur le plus parfait que l'on puisse appliquer à une machine qui mesure le temps, puisqu'il n'est besoin que de placer auprès un compteur qui marque le nombre des oscillations ; mais comme l'air résiste au mouvement, il arrive que les oscillations d'un pendule simple diminuent insensiblement ; ensorte qu'elles ne sont plus isochrones, & que le mouvement cesse enfin après un certain temps. Si ces obstacles ne peuvent absolument être vaincus, au moins est-il possible d'en détruire une partie ; ainsi le pendule qui, ayant reçu un mouvement, le conservera le plus long-temps & le plus également, doit être censé le meilleur régulateur. *Essai sur l'Horlogerie*, N°. 1820, *& Traité des Horloges Marines*, N°. 72.

2. Le même raisonnement est applicable au balancier mu par un spiral : car de même que dans les horloges à pendule, on doit juger de la meilleure application du régulateur, lorsque le mouvement se conserve plus long-temps & plus uniformément ; de même si on fait un balancier auquel une impulsion donnée procure des oscillations isochrones, & conserve son mouvement pendant un fort long-temps, on est censé avoir réduit les frottements & les résistances de l'air à la moindre quantité possiple, de sorte que ce balancier sera le meilleur régulateur applicable à une montre : nous allons examiner comment on peut parvenir à cela. *Ess.* N°. 1821. *Trait. des Horl. Mar.* N°. 73.

3. *Les temps des oscillations d'un corps seront les mêmes, si la résistance au mouvement est toujours la même, & que la puissance motrice agisse avec une force constante* (a) ; ainsi les vibrations d'un balancier seroient isochrones, si les résistances de l'air & les frottements étoient constamment les mêmes, & si la force motrice ne changeoit pas. *Ess.* N°. 1822. *Trait. des Horl.* N°. 75.

4. *Pour juger de l'avantage d'un régulateur sur un autre, il faut comparer les forces* (b), *ou quantités de mouvement de l'un & de l'autre ; comparer de même les frottements* (c *ou résistances qui s'opposent au mouvement de l'un & de l'autre corps.* Ess. 1823. Trait. des Horl. N°. 76.

5. *Plus la résistance ou frottement d'un corps sera grande, relativement à la force & au frottement d'un autre corps, & plus aussi la force requise pour entretenir son mouvement devra être grande.* (Ess. N°. 1824. Trait. des Horl. N°. 77).

Nous ne transcrivons pas ici les démon-

(a) Je fais abstraction pour le moment des changements de la température.

(b) J'entends par *force*, cette propriété qu'a un corps en mouvement, de vaincre un nombre d'obstacles ; alors la mesure de cette force est le produit de la masse du corps par le quarré de sa vitesse.

(c) Sur les frottements, voyez *Essai sur l'Horl.* N°. 1818 *& suiv.*

ſtrations des principes, on peut les consulter dans les deux Ouvrages cités.

6. *Regle générale pour un Régulateur quelconque*: c'eſt que plus ſa quantité de mouvement ſera grande relativement à la force requiſe pour entretenir le mouvement, plus ce Régulateur ſera puiſſant, c'eſt-à-dire, capable de détruire les effets de l'air, des frottements, &c. Condition requiſe pour l'Iſochroniſme des vibrations (*Eſſai N°. 1610.*)

7. Si deux balanciers de même peſanteur, mais d'inégale grandeur, décrivent des arcs ſemblables, enſorte cependant qu'un point quelconque pris ſur la circonférence de chaque balancier, parcoure en même temps des eſpaces égaux (*), les frottements ſur les pivots ſuppoſés de même groſſeur, ſeront en raiſon inverſe des diametres des balanciers, c'eſt-à-dire, que les frottements des pivots du grand balancier ſeront à ceux du petit, comme le diametre du petit eſt à celui du grand, ce qui eſt évident; car ſi le diametre du grand balancier que je nomme *A*, eſt au diametre du petit *B*, comme 2 eſt à 1, pour que le petit ait la même viteſſe à ſa circonférence, il faut qu'il faſſe deux fois plus d'oſcillations que le grand (les circonférences étant entr'elles comme les diametres (*1409*)); or nous ſuppoſons qu'ils ſont de même peſanteur; les pivots du balancier *B*, qui ſont de même groſſeur (**) que ceux de *A*, parcourront deux fois plus de chemin, le frottement ſera donc double; les frottements du balancier *A* ſont donc à ceux de *B*, comme 1 eſt à 2, c'eſt-à-dire, comme le diametre du petit balancier eſt à celui du grand. (*Eſſ.* 1825. *Trait. des Horl.* 89.)

8. Cette propoſition prouve l'avantage d'un grand balancier ſur un petit, puiſqu'en doublant le diametre on diminue les frottements de la moitié, ſans changer la quantité de force ou de mouvement, & ſans augmenter la réſiſtance de l'air, puiſque nous ſuppoſons ici les mêmes eſpaces parcourus. (*Eſſ.* 1826. *Trait. des Horl.* 90.)

9. Nous ne faiſons pas entrer ici les réſiſtances de l'air, dont la conſidération n'eſt pas fort eſſentielle pour mon objet: car quoique cette réſiſtance augmente d'autant plus que la viteſſe du balancier eſt plus grande, & préſente une plus grande ſurface; comme cette réſiſtance eſt toujours à peu-près la même, il arrive qu'elle détruit continuellement une même quantité de mouvement, ce qui n'arrive pas dans le cas des frottements des pivots, ces frottements allant en augmentant à meſure que les huiles ſe deſſechent, que les pivots perdent de leur poli; & ces changements ſont d'autant plus conſidérables que les frottement ſont plus grands: il eſt donc bien eſſentiel de les réduire à la moindre quantité poſſible, afin de les rendre plus conſtamment les mêmes, ce qui dans ce cas ſeroit la même choſe que ſi on les réduiſoit à rien (1822): d'ailleurs il faut obſerver que la réſiſtance que l'air oppoſe au mouvement des balanciers eſt peu conſidérable, puiſque ce fluide n'eſt point déplacé; ainſi ce frottement eſt beaucoup plus petit qu'il ne ſeroit, ſi le balancier étoit formé par des poids, comme, par exemple, des

(*) Dans ce cas les balanciers auront la même quantité de mouvement, puiſqu'ils ont la même maſſe & la même viteſſe.

(**) Je dis qu'il faut ſuppoſer les pivots de même groſſeur; voici ſur quoi cela eſt fondé: on doit faire les pivots de balancier les plus petits qu'il eſt poſſible, & cela a une limite au-delà de laquelle la matiere ne permet pas de paſſer; ayant donc fait les pivots d'un grand balancier, les plus petits qu'il puiſſe avoir, il ne ſera plus poſſible de diminuer ceux du petit balancier, proportionnellement à la différence des diametres des balanciers; car ſi on pouvoit faire des pivots plus petits encore, il n'y auroit aucune difficulté de les employer avec un grand balancier qui n'auroit pas plus de poids: de cette maniere, on réduit à la moindre expreſſion le frottement des pivots; ainſi nous employons ici cette limite des groſſeurs des pivots; les frottements du petit balancier ſont donc effectivement dans le rapport; d'où l'on voit, qu'en faiſant un balancier trop petit, les pivots ne pouvant être diminués, ils ne différeront que peu de ceux d'un grand balancier; ainſi la quantité de mouvement ſera preſque égale aux frottements de pivots.

petites

petites boules ou lentilles. *Ess.* 1832. *Trait. des Horl.* 94.

10. Si la force d'un balancier est donnée, on peut la produire de deux manieres ; ou par des grands arcs décrits par un balancier léger, ou par des petits arcs décrits par un balancier pesant : voyons quelle est la maniere la plus avantageuse, en supposant le même diametre de balancier, & le même nombre de vibrations. *Ess.* N°. 1836. *Trait. des Horl.* 92.

11. Pour que la force du balancier soit égale dans l'un & l'autre cas, il faut que les masses soient en raison inverse du quarré des vîtesses, c'est-à-dire, des arcs parcourus : j'appelle *A* le balancier léger qui parcourt, je suppose, des arcs doubles du balancier pesant, que j'appelle *B* ; pour que les forces des balanciers *A* & *B* soient égales, il faut, selon le principe, que la masse du balancier *A* soit à celle de *B*, comme le quarré de la vîtesse de *B* est à celle de *A* ; or, selon notre supposition, la vîtesse de *A* est à celle de *B*, comme 2 est à 1 ; la masse de *A* doit donc être à celle de *B*, comme le quarré de 1 est au quarré de 2, c'est-à-dire, comme 1 est à 4 ; la masse du balancier *B* doit donc être quatre fois plus grande que celle de *A* ; or le frottement étant le produit de la masse par l'espace parcouru, le frottement de *A* sera la masse de 1 par la vîtesse 2, qui donne 2 ; & le frottement du balancier *B* sera le produit de la masse 4, par la vîtesse 1 qui donne 4 ; le frottement de *B* sera donc double de celui de *A* ; d'où l'on voit qu'ayant un balancier dont le diametre & le nombre des vibrations est donné ainsi que la quantité de la force motrice, il est préférable de faire parcourir de grands arcs, en employant un balancier moins pesant, plutôt que de faire parcourir des petits arcs avec un Balancier pesant. *Ess.* N°. 1837. *Trait. des Horl.* 93.

Examen des Principes que l'on doit suivre dans la composition d'une Horloge Marine, au moyen de laquelle on puisse déterminer les Longitudes en mer.

12. Pour parvenir sûrement à la composition d'une bonne machine qui puisse mesurer exactement le temps en mer, il faut examiner, avec une extrême attention, les causes de la justesse d'une Horloge astronomique, afin de suivre, s'il est possible, la même marche, en substituant aux Horloges marines l'équivalent le plus approchant. Nous allons donc examiner les propriétés du pendule, & découvrir les causes de sa justesse, ce régulateur étant le plus parfait que l'on ait trouvé pour les machines qui mesurent le temps. *Ess.* N°. 2080. *Trait. des Horl.* 343.

13. Les expériences que j'ai faites sur le pendule libre, ont fait voir que lorsqu'il est bien suspendu & disposé, il peut vibrer pendant deux jours entiers, étant abandonné à lui-même, après l'avoir éloigné de 5 degrés de la verticale : voici les causes de cette longue durée du mouvement du pendule. *Ess.* N°. 2081. *Tr. des Horl.* 344.

14. 1°. La forte pesanteur de la lentille exige que la puissance qui la met en mouvement soit grande, ainsi la force qu'elle acquiert est en même raison : or, plus la lentille est pesante, & plus la résistance de l'air diminue (1565) : *Une lentille pesante a donc une grande quantité de mouvement, & peu de résistance de l'air ; elle tend donc à conserver le mouvement imprimé.* Ess. 2082. Trait. des Horl. Mar. 345.

15. 2°, La durée du mouvement du pendule libre vient de la suspension, dont le frottement est infiniment petit, par la raison que l'espace parcouru par la lentille est très-grand relativement au point de suspension : cette différence sera d'autant plus grande que la lentille sera distante du point de suspension ; c'est-à-dire, que le pendule sera long, (l'angle du couteau restant le même). D'ailleurs le frottement de la suspension du pendule se fait par le développement de l'angle du couteau sur la gouttiere (2024) ; or cette espece de frottement est la plus favorable. *Ess.* 2083. *Trait. des Horl.* 346.

16. 3°, Le point de suspension du pen-

dule étant formé par des parties très-dures, elles ne peuvent pas être pénétrées, & conséquemment le frottement est très-petit. *Ess.* 2084. *Trait. des Horl. Mar.* 347.

Cause de l'Isochronisme des vibrations du Pendule, & de la justesse d'une Horloge Astronomique.

17. 1°. C'EST, comme on le sait, l'action de la pesanteur qui produit les vibrations du pendule; car lorsqu'on a éloigné un pendule de la verticale, & qu'on l'abandonne à lui-même, la pesanteur le fait descendre; & avec la force qu'il acquiert par sa descente, il remonte à la même hauteur de l'autre côté de la verticale; ayant perdu toute sa force, la pesanteur le fait redescendre, &c: or cette action de la pesanteur est constamment la même, d'où suit l'isochronisme des vibrations du pendule, puisque si l'on suppose pour un moment que le pendule n'éprouve aucune résistance de l'air ni de la suspension, il fera toutes ses vibrations de même étendue, & par conséquent de même durée: & quoiqu'il ne puisse y avoir de pendule qui ne soit susceptible de la résistance de l'air & du frottement de suspension; cependant si ce régulateur est bien disposé, il fera un très-grand nombre d'oscillations qui auront sensiblement la même étendue, & par conséquent la même durée. *Ess.* 2085. *Trait. des Horl.* 348.

18. 2°, D'où il suit qu'un tel pendule exige une force infiniment petite pour en entretenir le mouvement, & que par conséquent cette force motrice ne doit pas troubler l'isochronisme des vibrations, puisque la quantité de mouvement du pendule qui est très-grande, ne peut être interrompue par les petites inégalités de la force motrice. *Ess.* 2086. *Trait. des Horl.* 349.

19. 3°, La force motrice d'une Horloge Astronomique est toujours un poids dont l'action est constante, & qui communique au pendule des degrés égaux de force pour en entretenir le mouvement. *Ess.* 2087. *Trait. des Horl.* 350.

20. 4°, On sait que le changement de longueur du pendule change la durée des oscillations, & que la verge d'un pendule s'alonge par la chaleur, & se raccourcit par le froid, ce qui est un obstacle à leur justesse: on avoit essayé depuis long-temps de remédier à cette difficulté; & ce que l'on n'avoit que tenté & ébauché, je crois l'avoir porté à sa perfection; voy. Part. II, Ch. XXXVIII, 2016, &c. Je puis donc ajouter ici, pour perfection des Horloges Astronomiques, celle de n'être en aucune maniere susceptibles de la différence de température. *Ess.* 2088. *Tr. des Horl. Mar.* 351.

21. 5°, Une des causes de la constante justesse d'une Horloge Astronomique, c'est que le point de suspension du pendule reste sensiblement le même; c'est-à-dire, que la résistance ou frottement qui s'oppose au mouvement du pendule est toujours la même; & ne varie point, ou infiniment peu, & elle cause d'autant moins de changement dans la durée des oscillations, qu'elle est infiniment petite, relativement à la force de mouvement du pendule. *Ess.* 2089. *Trait. des Horl.* 352.

22. 6°, Enfin, nous devons observer ici que la justesse d'une Horloge Astronomique dépend aussi de la grande différence qu'il y a entre la quantité du mouvement du pendule & la force motrice; car il pourroit encore arriver que, malgré toutes les propriétés du pendule que nous venons de rapporter, l'Horloge où il seroit appliqué, feroit des écarts; c'est dans le cas où la force motrice seroit assez grande pour donner le mouvement au pendule auparavant en repos, (comme cela se fait dans les Montres); or la justesse d'une telle machine dépendroit alors de l'uniformité de force transmise au régulateur par le moteur; mais la force transmise au régulateur, lors même que le moteur est un poids, varie par la coagulation des huiles, par les frottements du rouage, (qui seroient alors très-grands, ainsi que ceux de l'échappement), par la contraction des huiles par le froid, &c; donc la force motrice étant plus grande que celle du régulateur, celui-ci en suivroit les impressions, & on ne

pourroit parvenir à donner de la justesse à une telle machine, qu'en appliquant un échappement qui eût la propriété de rendre isochrones les oscillations du pendule, malgré l'inégalité des arcs qu'il décrit : & un tel moyen ne donneroit pas toute la justesse possible ; car les frottements de l'échappement changeroient sa propriété. L'addition de la cicloïde ne réussiroit pas mieux, car elle ne pourroit se faire qu'avec un échappement à repos, dont les frottements changent beaucoup : lors donc que l'on veut que les oscillations du pendule soient isochrones, sans recourir à des propriétés d'échappements très-difficiles à obtenir, & plus encore à conserver, il faut que la force motrice ne fasse que restituer au pendule la force qu'il perd à chaque oscillation. *Ess.* 2090. *Trait. des Horl. Mar.* 353.

REMARQUE.

23. Nous devons observer ici par rapport au pendule, qu'il faut que le point de suspension de cet excellent régulateur soit parfaitement inébranlable & solidement arrêté, sans quoi le moindre mouvement ou flexion qu'il auroit, changeroit la durée des oscillations, & feroit même arrêter le pendule, pour peu que ce mouvement fût un peu considérable ; car si on suppose que pendant que le pendule éloigné de la verticale tend à descendre, le point de suspension se meuve selon le plan d'oscillations en sens contraires de la descente du pendule, & avec la vitesse de la lentille, celle-ci arrivée au milieu de sa descente resteroit en repos, puisqu'elle se trouveroit dans la verticale du point de suspension, sans avoir acquis de force pour remonter de l'autre côté ; & par une suite de la même remarque, les oscillations du pendule changeroient de durée selon la diversité de mouvement relatif du suspension avec ceux de la lentille. *Ess.* 2091, *Trait. des Horl. Mar.* 354.

Recherches pour parvenir à substituer un Régulateur aux Horloges Marines, qui ait les mêmes propriétés que le Pendule.

24. La remarque que nous venons de faire sur la nécessité de rendre très-fixe le point de suspension du pendule, sert à nous faire voir l'impossibilité d'employer un tel régulateur (*) aux Horloges marines continuellement exposées à toutes sortes d'agitations & mouvements : il faut donc recourir à un régulateur qui conserve ces oscillations, malgré qu'il soit agité ; tel est celui que l'on emploie dans les montres, je veux dire le balancier ; cette propriété du balancier vient comme nous l'avons vu (124), de ce que son centre du mouvement est le même que celui de gravité. *Ess.* 2092, *Trait. des Horl. Mar.* 355.

Voyons maintenant comment on peut parvenir à substituer au balancier l'équivalent des propriétés qui causent la justesse du pendule.

25. 1°. En faisant un balancier pesant, il éprouvera une moindre résistance de l'air. *Ess.* 2094, *Trait. des Horl. Mar.* 357.

26. En faisant le balancier fort grand, comme d'un pied de diametre, on diminuera le frottement à proportion ; mais pour rem-

(*) Le pendule oppose encore un autre obstacle qui l'empêche de pouvoir servir en mer, quand même on parviendroit à suspendre l'Horloge, de maniere à ne pas déranger les oscillations ; c'est celui qui est causé par la différence de la pesanteur : car un pendule qui bat les secondes à Paris, doit être plus court si on le transporte sous l'équateur, & plus long si on le transporte sous le pole ; & cette différence de la pesanteur est capable de causer des écarts très-considérables ; car la longueur du pendule qui bat les secondes sous l'équateur est de 36 pouc. lig. 7, 07 au niveau de la mer : à Paris, dont la latitude est de 48 degr. 50 min. la longueur du pendule à secondes est de 36 pouc. 8 lig. 57 ; à Pello en Laponie, à 66 degr. 48 min. de latitude, 36 pouc. 9 lig. 17 ; c'est-à-dire, qu'une Horloge qui seroit réglée à Pello, retarderoit d'environ 3 min. & demie par jour, si on la transportoit sous l'équateur : il est vrai que l'on pourroit construire une courbe, au moyen de laquelle on éleveroit & baisseroit le pendule selon la longueur requise pour telle latitude ; mais cette courbe ne pourroit être que tâtonnée, & par conséquent sujette à erreur ; ce moyen seroit d'ailleurs très-incommode : on pourroit aussi soustraire de l'heure marquée par l'horloge à pendule le changement qui a dû arriver par telle différence de latitude.

plir cet objet, il faut que la pesanteur du balancier soit supportée, de maniere à produire le moindre frottement possible; c'est ce que nous expliquerons ci-après. *Ess.* 2095, *Trait. des Horl. Mar.* 358.

27. 3°. La propriété que donne la pesanteur au pendule pour lui faire faire des vibrations, est celle qu'il est le plus difficile de donner au balancier; car si on vouloit les produire par un poids, comme avoit fait Sully, la moindre inclinaison ou agitation de la machine augmenteroit ou diminueroit l'action du poids, ce qui changeroit la durée des oscillations; d'ailleurs ce poids par sa descente participeroit aux changements de pesanteur produits par la différence des latitudes : le ressort spiral est donc le seul agent connu propre à produire les oscillations du balancier, puisque son action est la même dans toutes les positions; mais on sait qu'un ressort agit avec plus ou moins de force, selon qu'il fait chaud ou froid, ce qui fait accélérer ou retarder les oscillations du balancier : nous expliquerons ci-après par quels moyens nous espérons parvenir à vaincre cet obstacle. *Ess.* 2096, *Trait. des Horl. Mar.* 359.

28. 4°. Lorsque le balancier libre décrit de grands arcs, ces arcs diminuent & changent sensiblement d'étendue; ainsi il faut une grande force pour en entretenir le mouvement; au contraire, lorsqu'il décrit de petits arcs, il s'en fait, comme dans le pendule libre, un grand nombre de même étendue par conséquent les oscillations sont alors sensiblement de même durée, & la force requise pour en entretenir les vibrations est très-petite, & differe de beaucoup de la force du mouvement du balancier. Il faut donc faire décrire de petits arcs au balancier, & ne donner pour force motrice que la quantité requise pour restituer au balancier la force que la résistance de l'air, les frottements des pivots & de la suspension lui font perdre: mais il est bon de remarquer que dans ce cas la force motrice ne sera pas suffisante pour rendre le mouvement au balancier lorsque la machine est arrêtée, & que par conséquent, pour la faire marcher, il faut donner le mouvement au balancier, comme on le fait dans les horloges à pendule, ce qui ne souffre aucune difficulté. Il n'en est pas de même de l'effet des agitations du vaisseau; car ces agitations peuvent être assez grandes pour augmenter & diminuer le temps des vibrations, & même pour arrêter la machine, défaut très-considerable : il est vrai qu'en donnant assez d'action à la force motrice, elle pourroit alors redonner le mouvement au balancier : or ces oscillations seroient alors sujettes aux variations de la force motrice : enfin, on pourroit encore corriger ces inégalités de force motrice par un échappement isochrone. Mais nous avons heureusement un moyen propre à lever ces obstacles, en conservant au régulateur les propriétés du pendule, c'est de faire deux balanciers de même diametre, poids, &c. dont les axes portent des roues qui s'engrenent & se communiquent le mouvement de la même maniere que je l'ai fait à la montre décrite (*Part. II, Ch. XXXVII*); par ce moyen, aucune agitation du vaisseau ne pourra troubler les oscillations du régulateur; car ces balanciers tournent toujours en sens contraire; ainsi les impressions du vaisseau sur un balancier, seront aussi-tôt détruites par l'autre balancier. Il ne fera donc besoin que de très-peu de force motrice, dont l'inégalité ne pourra troubler l'isochronisme des vibrations. *Ess.* 2097 *Trait. des Horl. Mar.* 360.

29. Enfin nous suspendrons la machine, de maniere que tous les mouvements & les agitations du vaisseau ne puissent changer sensiblement la position de la machine. Nous allons entrer dans tous les détails de construction qui ont précédé l'exécution de notre Horloge marine. *Ess.* 2098, *Trait. des Horl. Mar.* 361.

30. 1°. Les balanciers seront posés horizontalement; ainsi leurs oscillations se feront dans un plan perpendiculaire aux balancements du vaisseau. *Ess.* 2099, *Trait. des Horl. Mar.* 362.

31. 2°. Les balanciers seront suspendus

par des ressorts (*a*) qui en soutiendront toute la masse; ensorte qu'ils n'éprouveront qu'un frottement infiniment petit, & qui sera constamment le même, à cause de la position avantageuse des balanciers qui se meuvent horizontalement, & que leurs pivots ne supportent qu'une très-petite partie du poids des balanciers, lors même que la position n'est pas tout-à-fait horizontale. *Eff.* 2100, *Trait. des Horl. Mar.* 363.

32. 3°. Comme le frottement qui se feroit sur la circonférence des pivots feroit considérable, si les balanciers prenoient toutes les inclinaisons du vaisseau, nous employerons tous les moyens possibles pour conserver les balanciers toujours sensiblement horizontaux. Pour cet effet, l'Horloge sera attachée à une suspension (*b*) à peu près semblable à celle qu'on employe pour les boussoles marines, mais avec une disposition particuliere. Autour des quatre pivots qui forment les balancements, par le roulis & le tangage, il y aura quatre demi-cercles ayant tous même grandeur, & sur lesquels on fera appuyer une plaque d'acier, afin de produire un frottement égal qui empêchera les oscillations de la machine, dont le poids ne sera que suffisant pour ramener à la situation horizontale; on augmentera & on diminuera ce frottement à volonté. *Eff.* 2101, *Trait. des Horl. Mar.* 364.

33. 4°. Pour éviter les contre-coups que peuvent causer les agitations violentes du tangage, j'adapterai au-dessous de la suspension un ressort en forme de tire-bourre, lequel suspendra l'Horloge, & adoucira les secousses de la même maniere que les ressors d'un carrosse. *Eff.* 2102, *Trait. des Horl. Mar.* 365.

34. 5°. Lorsque la mer est fortement agitée, le vaisseau reçoit des mouvements de trépidation à peu près comme une montre que l'on feroit aller & revenir vivement en la tournant selon le plan du cadran; ce mouvement se fait donc selon le plan des balanciers; & quoique les deux balanciers doivent servir à rendre nulles de telles agitations, il est essentiel de les empêcher de parvenir jusqu'aux balanciers : c'est pour l'éviter que la suspension sera construite, de maniere que le vaisseau venant à tourner selon son plan, par ce mouvement de trépidation, la suspension tournera séparément de l'Horloge, dont l'inertie la fera rester en repos. *Eff.* 2103, *Trait. des Horl. Mar.* 366.

35. 6°. Pour diminuer les frottements sur la circonférence des pivots, au lieu de les faire rouler dans des trous de cuivre, je ferai ces trous dans des agathes orientales les plus dures, & je construirai l'axe des balanciers, de maniere que l'on puisse rapporter aisément des pivots d'un acier fin & trempé très-dur; car si on formoit les pivots sur les axes mêmes, il ne feroit pas possible de leur donner le même degré de dureté, puisque plus les pieces sont grosses, & moins l'acier est fin, & moins il devient dur; d'ailleurs si on venoit à casser un pivot, on le rapporteroit facilement, comme on le verra dans la description du Chapitre suivant. Enfin il résultera de cette disposition des pivots & des trous, que l'huile que l'on mettra pour adoucir encore le frottement, se conservera très-long-temps pure; car il ne pourra se détacher des parties, qui broyées avec l'huile, l'épaississent bien-tôt, (comme cela arrive

(*a*) Avant de déterminer exactement la construction de mon Horloge marine, je fis des expériences sur un grand balancier pesant : j'essayai d'abord de faire vibrer le balancier pesant en faisant rouler la pointe du pivot sur une agathe orientale; mais le pivot creusoit la pierre : ensuite j'employai un diamant; alors la pointe du pivot s'émoussoit, & de sorte que les vibrations de ce balancier libre cessoient en très-peu de temps : enfin j'imaginai de le suspendre par un ressort de la maniere qu'on le voit *Pl. XXXI*, *fig.* 1; ce qui me réussit parfaitement.

(*b*) Je m'étois d'abord proposé d'employer une suspension à genou, à peu près semblable à celle d'un pied ordinaire de télescope; mais j'ai observé que pour éviter que l'axe de la boule ne touchât aux calottes dans les grandes agitations du vaisseau, il faudroit faire l'ouverture de cette calotte très-grande, & que dans ce cas il ne resteroit qu'une très-petite superficie frottante que le frottement continuel de la boule auroit bientôt détruit, & qu'alors ce frottement deviendroit beaucoup plus considérable.

aux montres) ce qui altere nécessairement la liberté de mouvement du balancier. *Ess.* 2104 *Trait. des Horl. Mar.* 367.

36. 7°. Les vibrations des balanciers seront produites par des ressorts spiraux les plus parfaits possibles; c'est-à-dire, de bon acier, & trempés très-dur *Ess.* 2105, *Trait. des Horl. Mar.* 368.

37. 8°. Chaque balancier sera réglé par un spiral, & de sorte qu'en les faisant vibrer séparément, leurs oscillations soient d'une seconde; & lorsqu'ils seront mis en place, & qu'ils se communiqueront par l'engrenage des roues, ils feront leurs vibrations dans le même temps (une seconde): l'engrenage servira donc uniquement dans le cas d'agitation du vaisseau. *Ess.* 2106, *Trait. des Horl. Mar.* 369.

38. 9°. Il faut que les deux bouts de chaque spiral soient attachés très-solidement, l'un à la virole portée par l'axe, & l'autre à la platine, de maniere que le piton ne puisse ni fléchir ni vibrer; car sans cela le mouvement de vibration que l'on donneroit au ressort seroit bien-tôt détruit, puisque sa force se consumeroit à ébranler le corps qui le retient; & celui-ci ne restituant pas la même quantité de mouvement, les oscillations diminueroient plutôt; il arriveroit aussi que les oscillations se feroient en des temps différents de ce qu'elles seroient si le ressort eût été fixé très-solidement. *Ess.* 2107, *Trait. des Horl. Mar.* 370.

39. 11°. La perfection des ressorts spiraux est très-essentielle, & exige des soins infinis: il faut qu'ils ayent une bonne courbure, & que la force des lames soit ménagée, de sorte qu'en vibrant, toutes les parties du ressort se développent; ils doivent être trempés très-dur. Pour cet effet, il faudra les tremper après qu'ils seront pliés; de cette maniere ils restitueront une plus grande partie de la force qu'ils reçoivent: ainsi le balancier vibrera plus long-temps (1) *Ess.* 2108, *Trait. des Horl. Mar.* 371.

40. Il ne faut pas que les spiraux gênent les balanciers en pressant les pivots contre les trous; comme ils seront forts, une telle pression causeroit un frottement capable de troubler les vibrations; ainsi lorsque les balanciers seront arrêtés & la machine posée horizontalement; il ne faut pas que les pivots touchent aux parois des trous; c'est pour y parvenir que je dispose le piton du spiral, de maniere à pouvoir l'approcher ou l'écarter du centre, & à l'arrêter avec deux fortes vis au point où le ressort libre le porte. *Ess.* 2109, *Trait. des Horl. Mar.* 372.

41. La virole du spiral arrêtera le spiral au moyen de deux vis; & le spiral pourra monter & descendre sur le piton & sur la virole, de maniere à ne pas pouvoir être bridé selon la hauteur des lames. *Ess.* 2110, *Trait. des Horl. Mar.* 373.

42. Pour que le spiral, par son mouvement, ne porte pas les pivots du balancier tantôt d'un côté des trous, & tantôt de l'autre, il faut qu'il fasse plusieurs tours de lame, & que la virole du spiral soit bien au milieu du ressort; alors le balancier tournera sans que son centre se meuve hors de l'axe. *Ess.* 2111, *Trait. des Horl. Mar.* 374.

43. 12°. Pour employer la moindre force motrice, les balanciers ne décriront que des arcs d'environ 20 degrés. *Ess.* 2112, *Trait. des Horl. Mar.* 375.

44. 13°. La force motrice ne sera que de la quantité requise pour entretenir les vibrations du balancier. *Ess.* 2113, *Trait. des Horl. Mar.* 376.

45. 14°. La force motrice d'une telle machine ne peut etre un poids; car les agitations du vaisseau tendroient à diminuer ou à augmenter son action; j'employerai donc

(1) Plus le ressort spiral sera composé de parties d'arcs & plus aussi le Balancier fera un grand nombres d'oscillations; c'est-à dire, qu'un ressort spiral qui est de bon acier bien trempé, est infiniment plus propre à conserver le mouvement du Balancier & à lui faire produire des oscillations isochrones. *Essai*, N°. 1818.

un ressort, dont la force sera rendue uniforme au moyen d'une *fusée*. *Ess.* 2114, *Trait. des Horl. Mar.* 377.

46. 15°. J'ai fait voir (1989) que plus un ressort a de vitesse, & fait des vibrations approchantes de celles d'un spiral de balancier, & plus un tel ressort conserve son élasticité : je ne ferai donc marcher cette Horloge que 24 heures sans remonter. *Ess.* 2115, *Trait. des Horl. Mar.* 378.

47. 16°. La force transmise par le rouage au régulateur, change nécessairement par les frottements, par l'épaississement des huiles, par l'action du chaud & du froid sur les huiles & sur le ressort moteur, &c; ainsi l'étendue des arcs décrits par les balanciers, doit aussi changer de même que la durée des vibrations. Pour éviter ces petites inégalités, j'emploierai un échappement qui rende les oscillations isochrones, malgré l'inégalité de force motrice. *Ess.* 2116, *Trait. des Horl. Mar.* 379.

48. 17°. Dans une machine dont le moteur est un ressort, on n'est pas maître d'appliquer très-exactement la force convenable pour entretenir les vibrations du régulateur : j'emploierai ici, pour suppléer à cette difficulté, une fourchette mobile, qui fera décrire de plus grands ou plus petits arcs au balancier, selon que je l'approcherai ou l'éloignerai du centre du balancier. *Ess.* 2117, *Trait. des Horl. Mar.* 380.

49. 18°. Pendant qu'on remontre une montre, elle s'arrête. Pour éviter ce défaut essentiel dans notre Horloge, nous emploierons une détente qui entretiendra le mouvement de la machine ; cette détente portera une piece qui recouvrira le trou du remontoir, ensorte qu'on ne puisse faire entrer la clef sur le quarré sans avoir déplacé la détente, & par conséquent sans la faire agir sur le rouage. *Ess.* 2118, *Trait. des Horl. Mar.* 381.

50. 19°. Les roues du mouvement seront placées horizontalement, comme les balanciers ; ainsi leur pesanteur sera portée par la pointe des pivots qui rouleront sur des couverets d'acier. *Ess.* 2119, *Trait. des Horl. Mar.* 382.

51. 20°. Les expériences que j'ai faites sur les balanciers libres, m'ont appris que plus les vibrations sont lentes, & plus l'impulsion qu'on donne au balancier se conserve long-temps, d'où on voit qu'il seroit avantageux d'employer des vibrations lentes, parce qu'alors la force requise pour entretenir le mouvement du balancier, seroit très-petite ; mais il est bon d'observer, ainsi que nous l'avons fait (184) que la quantité de mouvement d'un régulateur doit être grande, afin que les changements qui peuvent arriver dans les frottements & les huiles, soient dans un moindre rapport avec cette force ; je ferai donc chaque vibration d'une seconde, ce qui est préférable à des oscillations plus lentes, sur-tout pour servir à observer. *Ess.* 2120, *Trait. des Horl. Mar.* 383.

52. 21°. Enfin, je disposerai un méchanisme qui soit tel, que les impressions du chaud & du froid ne changent pas la durée des oscillations des balanciers; & j'espere en venir aussi heureusement à bout que pour les Horloges astronomiques. Pour cet effet, je placerai sur la cage des balanciers une verge composée de verges d'acier & de cuivre, à peu près semblables à la verge du pendule astronomique *Planche XXIII, fig.* 12) : je ferai agir sur la verge de cuivre du milieu le petit bout d'un grand levier ; & l'extrémité du grand portera une cheville qui fera mouvoir le rateau qui porte les chevilles, entre lesquelles le spiral d'un des balanciers passe : ainsi lorsque la chaleur agissant sur les spiraux, les affoiblira, & tendra à retarder les vibrations du régulateur, la même chaleur agira sur les verges, & fera mouvoir le levier, & par conséquent le rateau, & de sorte qu'il accélerera les vibrations de la même quantité que l'affoiblissement des spiraux l'a fait retarder, & compensera ainsi les écarts que le chaud & le froid pourroient produire : voici en gros la route qu'il faudra tenir. *Ess.* 2121, *Trait. des Horl. Mar.* 384.

53. Lorsque l'Horloge marine sera exécutée, je la placerai d'abord au froid de la glace ; & ensuite au chaud de 30 ou 40 de-

grés, afin d'estimer la variation que cette différence de température cause à l'Horloge: je noterai exactement ces écarts. Je placerai ensuite l'Horloge dans un air tempéré; j'avancerai le rateau ou porte-cheville du spiral, jusqu'à ce qu'il fasse autant avancer l'Horloge, que le froid l'avoit fait avancer dans le temps donné de l'expérience; je placerai ensuite le rateau en arriere, & ferai retarder l'Horloge de la même quantité que la chaleur l'a fait retarder, ayant attention que pendant tout ce temps l'Horloge soit à la même température; je marquerai sur la platine les points où a été conduit le rateau; cela connu, j'aurai la quantité dont il faudroit tourner ce rateau, pour conserver les oscillations des balanciers isochrones, quoiqu'ils éprouvassent le froid de la glace, & passassent ensuite à 30 ou 40 degrés de chaleur. Je composerai donc en conséquence la verge de compensation, avec plus ou moins de verges, selon la quantité de mouvement que devra faire le rateau; cela donnera aussi les dimensions du levier de compensation, & la distance où il devra agir sur le rateau ou porte-cheville du spiral; mais je me réserverai encore un moyen de changer ces dimensions, en rendant mobile la cheville du grand levier de compensation, afin de la faire agir plus loin ou plus près du centre du rateau, & par conséquent de lui faire parcourir plus ou moins d'espace, & de corriger, selon qu'il sera besoin, ces rapports, afin que la compensation se fasse exactement lorsque l'Horloge sera exposée à différentes températures. *Ess.* 2122, *Traité des Horl. Mar.* 385.

Tels sont en abrégé les principes de construction que j'avois établis sur ma premiere Horloge marine avant que de travailler à son exécution.

54. Le Chapitre XLII, seconde Partie de l'*Essai sur l'Horlogerie*, contient ensuite la Description de cette Horloge N°. 1. Ce Chapitre a pour titre *Description de l'Horloge Marine*, que j'ai composée pour servir à la Navigation & à déterminer les Longitudes en mer. Cette description comprend depuis le N°. 2125 jusqu'à celui 2164.

55. Le Chapitre XLIII, traite des détails de Main-d'Œuvre, Calcul & Expérience concernant l'Horloge Marine.

56. Des Ressorts spiraux des Balanciers; 2165.

57. Des Agathes dans lesquelles roulent les pivots de Balancier, 2169.

58. De l'Echappement Isochorone; 2174 & suiv.

59. Des Verges de compensation pour corriger les effets du chaud & du froid, 2182 & suiv. jusqu'à 2208.

60. Le Chapitre XLIV contient la construction d'une Horloge Marine plus simple que celle N°. 1. 2210.

61. Des obstacles que cause le Ressort employé pour moteur d'une Horloge Marine, 2212 & suiv.

62. Du poids Moteur de l'Horloge Marine, 2217.

63. Le Régulateur de cette Horloge doit être un simple Balancier, 2219.

64. L'Echappement isochrone (2220).

65. Le Balancier n'aura que six pouces de diametre (2223).

66. Les Vibrations seront d'une seconde (2224).

67. Le Méchanisme de compensation semblable à celui de l'Horloge N°. 1, 2225.

68. Les Secondes seront excentriques pour rendre le Rouage plus simple, 2226. La Description de cette Horloge vue Planche XXIV, de l'Essai, commence au N°. 2227 jusqu'à 2234, & les détails du poids, de la détente, de la suspension, &c. depuis le N°. 2235 jusqu'à celui 2241.

69. Suit ensuite la Description d'une autre Horloge Marine à un seul Balancier horizontal & suspendu: cette Horloge est à

à poids ; & décrite page 297, seconde Partie ; elle est vue Planche XXXV de l'*Essai.*

70. Cette Horloge est à secondes d'un seul battement. Les secondes sont excentriques. Le Méchanisme de compensation, &c. comme dans N°. 1, & dans l'Horloge projetée Chap. XLIV, seconde Partie de l'*Essai.*

Sur la cause qui tend à diminuer la force des Ressorts, &c.

71. Si on suspend un poids très-pesant à un fil d'acier infiniment petit ; que dans cet état on l'expose à une chaleur un peu forte, le fil s'alongera d'une plus grande quantité qu'il n'auroit fait, s'il n'avoit pas été chargé du poids ; puisque la chaleur, en écartant les parties des matieres, affoiblit nécessairement le fil, & que la grande pesanteur du poids aide encore à les écarter : or, si on expose ensuite ce même fil à la température où il étoit exposé avant que de le échauffer, l'action du froid ne sera pas assez grande pour rapprocher les parties de matiere du fil ; ces parties n'étant pas en assez grande quantité, & le poids y mettant obstacle, le fil restera plus long, & aura moins de force qu'il n'avoit avant cette épreuve. *Ess.* 1980. *Trait. des Horl. Mar.* 173.

72. La même chose arrivera, si au lieu d'un fil & d'un poids, on suppose un ressort que l'on tende fortement & qu'on expose ensuite à la chaleur ; la force qui tient le ressort tendu, fera sur le ressort le même effet que produit le poids sur le fil ; c'est-à-dire, que l'extension du ressort sera plus grande lorsqu'il est tendu, qu'elle n'auroit été s'il ne l'eût pas été, & que le froid n'aura pas une action suffisante pour rendre au ressort la même force qu'il avoit auparavant. Un ressort continuellement tendu perd donc de sa force ; & la cause de cette perte est due à l'extension que cause la chaleur ; car si le ressort restoit toujours à la même température, il ne perdroit rien de sa qualité élastique. *Ess.* 1981 & 1982. *Trait. des Horl. Mar.* 174.

73. Si l'on redonne un degré de tension au ressort, de sorte qu'elle soit de la même quantité qu'avant l'épreuve précédente, le ressort exposé de la même maniere, perdra encore un degré de force ; & si on continue à le tendre à mesure qu'il perd sa force, il perdra à la longue une partie assez considérable de son elasticité. *Ess.* 1983. *Trait. des Horl. Mar.* 175.

74. Si on suppose le même ressort dans son premier état, mais qu'il soit chargé d'un poids attaché à l'une de ses extrémités ; si on donne au ressort & au poids qu'il porte un mouvement de vibration, en sorte que le ressort & le poids qu'il porte aille & revienne continuellement sur lui-même par de promptes vibrations ; que dans cet état on fasse souffrir au ressort un degré de chaleur, pareil à celui de l'épreuve précédente, le ressort ne s'alongera pas d'une plus grande quantité, que s'il ne portoit pas de poids ; car la réaction continuelle du ressort sur lui-même, empêchera l'effet du poids ; & si on expose ensuite ce ressort au froid, l'action du froid rendra au ressort la force que lui avoit fait perdre la chaleur. *Ess.* 1984. *Trait. des Horl. Mar.* 176.

75. Il suit de la premiere proposition, que si on fait une montre, dont le ressort soit long-temps à se développer, ce ressort demeurera long-temps tendu, & éprouvera les mêmes effets que s'il n'avoit pas de mouvement ; ainsi il éprouvera dans la même situation divers changements de température qui diminueront sa force. *Ess.* 1985. *Trait. des Horl. Mar.* 177.

76. Il suit de la deuxieme proposition, que le ressort spiral d'une montre ne doit perdre de sa force que celle du frottement des parties qui le composent ; & que si la chaleur l'alonge d'une certaine quantité, le froid le raccourcit & le remet toujours au même état, sans que l'opposition du poids de balancier y mette obstacle. Enfin il résulte de ces deux propositions, que le ressort d'une montre perdra d'autant moins de sa force, qu'il sera moins long-temps tendu, & que son mouvement approchera des

vibrations du ressort spiral, & que par conséquent le ressort d'une montre que l'on remonte tous les jours, perd infiniment moins de sa force, que celui d'une montre à huit jours, à un mois, ou à un an, & qu'il en perdroit moins encore si on le remontoit plus souvent. *Ess. 1986. Trait. des Horl. Mar.* 178.

77. Tous les ressorts ne perdent pas également de leur force, quoiqu'ils éprouvent les mêmes degrés de tension : cette différence dépend de la nature de la matiere du ressort, & du degré de dureté des parties qui la composent; ainsi l'acier, dont les pores sont fins & serrés lorsqu'il est bien trempé, perd une moindre quantité de sa force; il est vrai que plus les pores de l'acier sont serrés, & qu'il est trempé dur, plus aussi il est sujet à casser par le froid. *Ess. 1987. Trait. des Horl. Mar. 179.*

Balance Elastique.

78. J'avois destiné cette machine pour faire des expériences sur la durée des vibrations grandes & petites d'un même balancier qui se meut librement : pour cet effet, je faisois rouler la pointe de l'axe sur une pierre fort dure, & pour diminuer le frottement des pivots, ils rouloient chacun entre trois rouleaux. Je devois observer le nombre de vibrations que faisoit le balancier, lorsqu'il se mouvoit horizontalement ou verticalement, la vîtesse des vibrations, selon la différence des températures; enfin elle devoit servir à mesurer les différents degrés de force d'un même spiral, selon qu'il étoit plus ou moins tendu. *Ess. 511. Trait. des Horl. Mar. pages 57, 547, & N°. 1144.*

79. Je ne rapporterai point ici ces expériences; elles ne sont pas assez exactes pour pouvoir y compter; mon temps ne m'a pas permis de les suivre, n'en ayant pas eu besoin, excepté celles de l'action du chaud & du froid sur un balancier qui se meut librement avec son spiral : mais nous avons suivi avec beaucoup de précision cet objet dans la seconde Partie en traitant de notre Horloge Marine. *Essai N°. 513.*

Echappement Isochrone.

80. Nous imaginons que si l'on vouloit faire une montre, la plus parfaite qu'il est possible, & propre à mesurer le temps sur mer, on y parviendroit en faisant un échappement pareil à celui déja cité; mais à cela près que cet échappement ne seroit pas porté par l'axe même du balancier : l'axe de l'échappement porteroit un rateau denté, dont les dents engreneroient dans un pignon porté par l'axe du balancier : de cette maniere le balancier parcourroit de grands arcs, & l'échappement de fort petits. Les arcs de levée de l'échappement feroient parcourir des grands arcs au balancier, & les arcs de supplément du balancier seroient très-petits. *Ess. sur l'Horl. N°. 1932.* On peut en voir la description Essai N°. 1933, & le plan dans la Figure 5, Planche XXIII.

Corrections & Additions.

PAGES.

17 ligne 4 du texte, par en-bas : ne paroît pas, *lisez*, ne paroissoit pas.
18 ligne 11 : par lequel, *lisez*, pour lequel.
22 ligne 1ere de cette importante, *lisez*, à cette importante.
29 ligne 4 de la Section premiere : prouvées, *lisez*, prouvée.
36 ligne 1 : *fourni*, lisez, *journie*.
38 ligne 2 : reconnues, *lisez*, reconnu.
57 ligne 6 de la seconde Section : revendiqner, *lisez*, revendiquer.
ibid. ligne 3 de la note (*b*) : à l'un des Commissaires, *lisez*, à MM. les Commissaires.
72 ligne 10 par en-bas : il peut, *lisez*, il pût.
ibid. même ligne : il rétablira, *lisez*, il se rétabliroit.
81 ligne derniere : présentoit, *lisez*, projetoit.
87 ligne 19 : l'erreur des 3 degrés, *lisez*, de 3 degrés.
ibid. ligne 26 : n'ont pas pu être, *lisez*, n'ont pas été.
ibid. ligne 9 par en-bas : 101 d. 25', *ajoutez* : nous donnons cette Longitude telle qu'on la trouve dans le *Voyage en Californie* (page 104) où il est dit qu'elle est de 6 h. 45' 9" ou 101 d. 25' : il semble cependant que 6 h. 45'. 9" valent en parties de l'Equateur, 101 d. 17' $\frac{1}{4}$.
88 ligne 4 : 104 9', *lisez*, 104 d. 9'.
ibid. ligne 6 : 2 d. 44', *ajoutez* : nous avons donné cette différence telle qu'on la trouve dans le *Voyage en Californie* (page 106) ; mais il nous semble qu'elle devroit n'être que de 1 d. 41' : car il est dit, à la page 105 du *Voyage*, que la vraie Longitude de Mexico, déduite du passage de Vénus, est de 6 h. 49' 52" : cette différence de Méridiens, réduite en parties de l'Equateur, donne 102 d. 28' ; or, la différence de cette quantité à 104 d. 9', Longitude de Mexico selon D. J. de Alzate, à laquelle on compare la premiere, est de 1 d. 41', & non pas de 2 d. 44'.
ibid. ligne derniere du texte : 46 jours, *lisez*, 40 jours.
89 ligne premiere le 15 Juillet, *lisez*, le 20 : le 30 Août, *lisez*, le 29.
94 ligne 13 : de cette intervalle, *lisez*, de cet intervalle.
ibid. ligne 15 : le 24 Juin, au Havre, *lisez*, le 24 Mai.
95 ligne 4 : (ci-devant page 91), *lisez*, page 89.
97 ligne 4 : pendant 14 jours, *lisez*, 20 jours.
ibid. ligne 5 : 24 Mai, *lisez*, 18. Mai (les observations du Havre qui ont servi à constater l'accélération journaliere de 27" $\frac{1}{3}$, avoient commencé le 18 Mai, & fini le 24. Voyez pages 82 & 86 du *Journal* de M. L. M. de C.)
ibid. ligne 9 : 14 jours, *lisez*, 20 jours.
ibid. ligne 10 : 14 jours, *lisez*, 20 jours.
115 ligne 6 par en-bas : du 24 au 25, *lisez*, dès le 25.
134 ligne 7 : assemblé, *lisez*, assemblée.
135 ligne 3 par en-bas : 0, 44, *lisez*, 0, 34.

APPROBATION.

J'AI lu par ordre de Monſeigneur le Chancelier un Manuſcrit qui a pour titre : *Eclairciſſemens ſur l'Invention, la Théorie, la Conſtruction & les Epreuves des nouvelles Machines propoſées en France pour la détermination des Longitudes en mer par la Meſure du Temps, &c.* par M. FERDINAND BERTHOUD ; & je n'y ai rien trouvé qui puiſſe en empêcher l'impreſſion. A Paris le 8 Décembre 1773.

DE LA LANDE, *Cenſeur Royal.*